

VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

BAKALÁRSKA PRÁCA

2012

Richard Baleja

VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY
KATEDRA ELEKTROENERGETIKY

**ENERGETICKÁ BILANCIA RODINNÉHO DOMU
VYUŽÍVAJÚCEHO OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE
ENERGY BALANCE OF THE HOUSE USING RENEWABLE
ENERGY SOURCES**

2012

Richard Baleja

Zadání bakalářské práce

Student: **Richard Baleja**
Studijní program: B2649 Elektrotechnika
Studijní obor: 3907R001 Elektroenergetika
Téma: **Energetická bilance rodinného domu využívajícího obnovitelné zdroje energie**
Energy balance of the house using renewable energy sources

Zásady pro vypracování:

1. Obnovitelné zdroje malých výkonů
2. Energetická bilance rodinného domu
3. Návrh zdroje elektrické energie pro pokrytí spotřeby rodinného domu
4. Provoz rodinného domu v ostrovním režimu

Seznam doporučené odborné literatury:


- [1] Sokanský, K. Využití obnovitelných zdrojů energie pro napájení svítidel veřejného osvětlení
- [2] Sokanský, K. Zelená energie 2009 Osvětová činnost v oblasti využití obnovitelných zdrojů energie pro napájení svítidel VO
- [3] Sokanský, K. Zelená energie 2010, Snižování energetické náročnosti využitím malých obnovitelných zdrojů elektrické energie

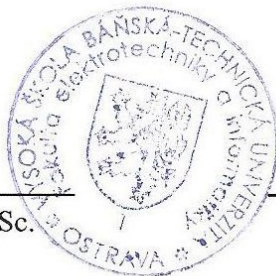
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Karel Sokanský, CSc.**

Datum zadání: 30.11.2011

Datum odevzdání: 04.05.2012


prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.
vedoucí katedry




prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Čestné prehlásenie študenta:

Prehlasujem, že som celú bakalársku prácu vrátane príloh vypracoval samostatne pod vedením vedúceho bakalárskej práce a uviedol som všetky použité podklady a literatúru, z ktorých som čerpal.

30.4.2012

V Ostrave

Richard Baleja

.....
Richard Baleja

Pod'akovanie:

Touto cestou vyjadrujem pod'akovanie váženému pánovi konzultantovi prof. Ing. Karlovi Sokanskému, CSc. za čas, ktorý mi venoval i za trpezlivé usmerňovanie a jeho cenné rady, ktoré výrazne prispeli k skvalitneniu úrovne bakalárskej práce.

Anotácia bakalárskej práce

BALEJA, Richard. *Energetická bilancia rodinného domu využívajúceho obnoviteľné zdroje energie : bakalárska práca*. Ostrava : VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Katedra Elektroenergetiky, 2012, 52s. Vedúci práce: prof. Ing. Sokanský, Karel CSc..

Abstrakt: Nosnou témou bakalárskej práce je využitie obnoviteľných energetických zdrojov, ktoré môžu prispieť k zníženiu energetickej náročnosti v domácnosti. Práca popisuje jednotlivé zdroje obnoviteľnej energie a zaoberá sa energetickou bilanciou rodinného domu, ktorou je výpočet tepelných strát, výpočet energie pre vykurovanie a ohrev TUV. Bakalárska práca obsahuje návrh energetických zdrojov pre konkrétny objekt, ktorý je vykurovaný veľkoplošnými radiátormi alebo podlahovým kúrením.

Jej súčasťou je vyhodnotenie dosiahnutej úspory energie pomocou navrhovaného riešenia a ekonomické zhodnotenie zahŕňajúce zriaďovacie náklady energetických zdrojov, výpočet návratnosti a možnosti štátnej dotácie pre jednotlivé obnoviteľné zdroje.

Kľúčové slová: obnoviteľné zdroje energie, fotovoltaický článok, ostrovný režim, tepelné čerpadlo, solárny kolektor, tepelné straty, energetická bilancia

Annotation of bachelor Thesis

BALEJA, Richard. *Energy balance of the house using renewable energy sources : Bachelor Thesis*. Ostrava : VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Electrical Engineering and Computer Science, Department of Electrical Power Engineering, 2012, 52p. Thesis head: prof. Ing. Sokanský, Karel CSc..

Abstract: The bachelor thesis focuses on the use of renewable energy sources potentially helpful in reducing the energy consumption at households. The thesis describes individual types of renewable energy sources. It deals with a balance of energy used at particular family house, which comprises the heat loss calculation, calculation of energy for heating and water heating. The bachelor thesis includes a proposal of energy sources for a particular object heated by large radiators or underfloor heating.

The thesis also includes the evaluation of energy saved by means of proposed solution, economic evaluation related to start-up costs of energy sources, the rate of return and possible options of supporting individual renewable energy sources by government subsidies.

Keywords: renewable energy sources, photovoltaic cell, insular system, heat pump, solar collector, heat loss, energy balance

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

Skratka	Popis	Jednotka
ρ	Merná hustota vody	[kg/m ³]
c	Merná tepelná kapacita vody	[J/kgK]
c_v	Objemová tepelná kapacita vzduchu	[J/kgK]
D	Počet deňostupňov	-
d	Počet dní vykurovacej sezóny	-
e	Tepelný faktor T.Č.	-
FV	Fotovoltaický/é	-
N	Počet pracovných dní sústavy v roku	-
η_0	Účinnosť regulácie sústavy	-
η_r	Účinnosť rozvodu vykurovania	-
p_1	Prirážka na vyrovnanie vplyvu chladných konštrukcií	-
p_2	Prirážka na urýchlenie zátopy	-
p_3	Prirážka na svetovú stranu	-
P_{CEL}	Celkový potrebný výkon pre vykurovanie a ohrev vody	[kW]
P_{EL}	Príkon T.Č.	[kW]
P_{KOT}	Výkon pomocného elektrokotla	[kW]
P_{OUT}	Výkon T.Č.	[kW]
Q_c	Celková tepelná strata miestnosti	[W]
Q_{EL}	Energia potrebná pre pohon kompresora T.Č	[kWh]
Q_{FV}	Energia vyrobená FV za rok	[kWh]
Q_{KOT}	Energia dodávaná elektrokotlom za rok	[kWh]
Q_o	Základná tepelná strata	[W]
Q_{OUT}	Energia dodávaná T.Č. za rok	[kWh]
Q_p	Tepelná strata prestupom stenami	[W]
Q_r	Celková potrebná energia pre vykurovanie a ohrev vody	[kWh]

Q_{SPOT}	Energia spotrebovaná T.Č. za rok	[kWh]
$Q_{\text{TUV,d}}$	Denná potreba tepla pre ohrev TUV	[kWh]
$Q_{\text{TUV,r}}$	Ročná potreba tepla pre ohrev TUV	[MWh/rok]
Q_v	Tepelná strata vetraním	[W]
$Q_{\text{VYT,r}}$	Ročná potreba tepla	[Wh/rok]
Q_z	Tepelné zisky	[W]
T.Č	Teplené čerpadlo	-
t_1	Teplota studenej vody	[°C]
t_2	Teplota ohriatej vody	[°C]
t_A	Doba prevádzky T.Č za rok	[hod]
t_B	Doba prevádzky elektrokotla za rok	[hod]
t_e	Vonkajšia výpočtová teplota	[°C]
t_{es}	Priemerná teplota cez vykurovacie Obdobie	[°C]
T_{IN}	Teplota zdroja tepla T.Č.	[K]
t_{is}	Priemerná vnútorná teplota	[°C]
T_{OUT}	Teplota na výstupe T.Č.	[K]
t_{svl}	Teplota studenej vody v lete	[°C]
t_{svz}	Teplota studenej vody v zime	[°C]
TUV	Teplá úžitková voda	-
tzv.	Takzvané	-
V_{2p}	Celková potreba teplej vody za 1 deň	[m ³]
V_v	Objemový tok vetraného vzduchu	[m ³ · s ⁻¹]
z	Koeficient energetických strát systému	-
ΔP	Teplená strata objektu	[kW]
ε	Opravný súčiniteľ	-

OBSAH

1.	Úvod	10
2.	Obnoviteľné zdroje malých výkonov	11
2.1.	Solárne fotovoltaické systémy	11
2.1.1.	Základné rozdelenie solárnych elektrární	12
2.1.2.	Princíp fotovoltaického javu	12
2.1.3.	Fotovoltaické články	13
2.1.4.	Umiestnenie solárnej elektrárne	14
2.2.	Solárne kolektory	15
2.2.1.	Typy solárnych kolektorov	16
2.2.2.	Účinnosť a umiestnenie solárnych kolektorov	18
2.3.	Veterné elektrárne malých výkonov	19
2.3.1.	Spôsob výroby elektrickej energie vo veternej elektrárni	19
2.3.2.	Delenie veterných elektrární	20
2.3.3.	Základné typy veterných elektrární pre súkromné využitie	20
2.3.4.	Predpoklady pre úspešnú prevádzku malej veternej elektrárne	21
2.4.	Tepelné čerpadlo	22
2.4.1.	Princíp fungovania tepelného čerpadla (fyzikálny princíp)	22
2.4.2.	Energetický cyklus tepelného čerpadla	22
2.4.3.	Typy tepelných čerpadiel	23
3.	Energetická bilancia rodinného domu	26
3.1.	Tepelné straty	26
3.2.	Potreba tepla na vykurovanie:	28

3.3.	Výpočet ročnej potreby tepla na vykurovanie:	28
3.4.	Výpočet potreby tepla pre prípravu TUV	30
3.5.	Tepelné zisky	32
3.5.1.	Zisky od osôb	32
3.5.2.	Zisky od spotrebičov	33
3.5.3.	Pasívne solárne zisky	33
4.	Návrh zdroja elektrickej energie pre pokrytie spotreby rodinného domu	34
4.1.	Návrh tepelného čerpadla.....	34
4.1.1.	Výpočet pre veľkoplošné radiátory:.....	37
4.1.2.	Výpočet pre podlahové kúrenie:	37
4.2.	Návrh solárneho systému :	38
4.3.	Návrh fotovoltaiického systému:	39
5.	Prevádzkovanie domu v ostrovnom režime	41
5.1.	Výpočet ceny elektriny	41
5.2.	Úspora za rok	43
5.3.	Zriaďovacia náklady inštalácie energetických zdrojov	43
5.4.	Výpočet návratnosť investície:.....	44
6.	Záver	46

1. Úvod

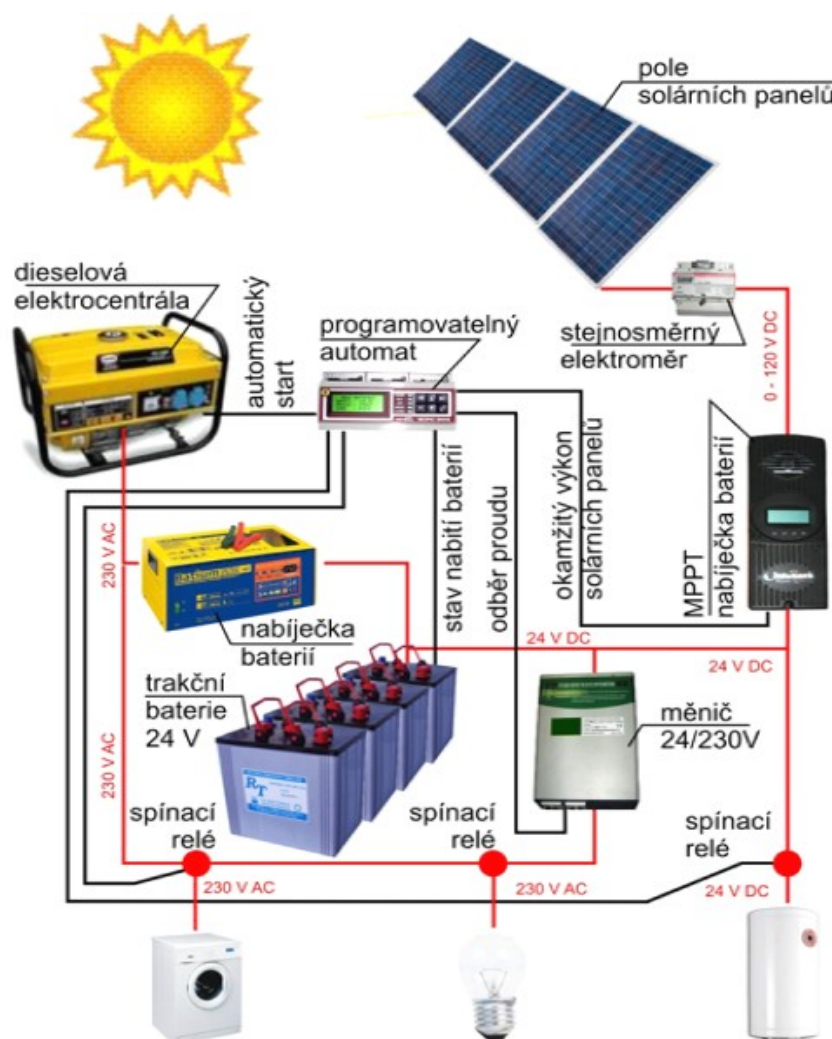
V dnešnej dobe, keď ceny energií neustále stúpajú, sa kladie čoraz väčší dôraz na ich efektívne využívanie. Energia je každodennou súčasťou nášho života, je nevyhnutná pre ľudskú existenciu, bez nej by sa vývoj civilizácie takmer zastavil. Spotreba elektrickej energie sa donedávna kryla hlavne spaľovaním fosílnych palív, ktoré dodávajú približne 85-90% celosvetovej energie, nukleárnou energiou je hradených 8 %. Energia, ktorá je hradená obnoviteľnými zdrojmi predstavuje približne 3,3 % celkovej produkcie. Fosílna palivá patria medzi vyčerpatelné zdroje energie, ich zásoby každým rokom klesajú, a sú zdrojom znečistenia prírody a ovzdušia. Ľudstvo za jeden rok spotrebuje také množstvo fosílnych palív (vo forme ropy, plynu, uhlia), aké príroda vyprodukovala za 1 milión rokov, preto je nesmierne dôležité, aby si ľudia uvedomili nevyhnutnosť využívania obnoviteľných zdrojov energie. Na ich podporu sa realizujú rôzne programy s cieľom podporiť ich využívanie v domácnostiach, zavádzajú sa nové úspornejšie technológie a v neposlednom rade sa kladie dôraz na zmenu materiálno-technickej štruktúry nízkotepelnej energetiky.

Možnosti veľkých rezerv v úspore palív a energie sú schopné poskytnúť netradičné energetické zdroje. Tieto zdroje zväčša využívajú nové technologické prvky, ktoré sú v energetike doposiaľ málo využívané. Neustále sa pracuje na ich zdokonaľovaní, zväčšovaní účinnosti, zmenšovaní tepelných strát. Medzi najčastejšie používané obnoviteľné zdroje v domácnostiach patria fotovoltaičné panely, solárne kolektory, veterné elektrárne, a v posledných rokoch veľmi rozvíjajúca sa technológia tepelných čerpadiel. Správnym zvolením energetického zdroja alebo ich kombináciou je možné dosiahnuť výraznú úsporu energií. Ich nevýhodou sú vysoké zriaďovacie náklady a životnosť jednotlivých zariadení, ale aj napriek týmto nevýhodám využívanie obnoviteľnej energie každým rokom rastie.

2. Obnoviteľné zdroje malých výkonov

2.1. Solárne fotovoltaické systémy

Slnecnú energiu je možné, vďaka dostupným technológiám využívať na výrobu tepla (fototermika) alebo na výrobu elektrickej energie (fotovoltaika). Solárne panely na strechách rodinných domov nie sú už nič nezvyčajné. Kto by nechcel mať vlastnú domácu elektrárňu a stať sa nezávislým na veľkých elektrárenských spoločnostiach? V českých podmienkach nie je možné na prevádzkovaní solárnej elektrárne zarobiť také veľké peniaze ako v iných „slnecnejších“ štátoch. Faktom však je, že táto investícia sa vyplatí pri stavbe veľkých solárnych elektrární, na ktoré je možné získať dotácie z Európskej únie.



Obr. 1: Využitie solárnych panelov v ostrovnom systéme [3]

Každá solárna elektrárňu po čase začne zarábať a zaplatí tak nielen začiatkové investície, ale je schopná svojmu vlastníkovi určitú sumu, ktorá sa odvíja od veľkosti elektrárne, taktiež zarobiť. Ďalšou výhodou je, že chráni životné prostredie. Elektrárňu o výkone 1 kW ušetrí ročne asi 900 kg emisií CO₂. Koľko energie solárna elektrárňu vyrobí sa logicky odvíja od intenzity slnečného žiarenia. Pokiaľ je obloha bez oblakov, výkon slnečného zariadenia je okolo 1 kW/m². Keď sa však

obloha zatiahne, slnečné žiarenie je až 10-krát menej intenzívne. V tuzemsku je priemerná intenzita slnečného žiarenia odhadovaná na 950-1340 kW na m² za rok a počet slnečných hodín je v priemere 1330-1800 hodín ročne. Konkrétne údaje vzťahujúce sa k určitému miestu poskytuje Český hydrometeorologický ústav.

2.1.1. Základné rozdelenie solárnych elektrární

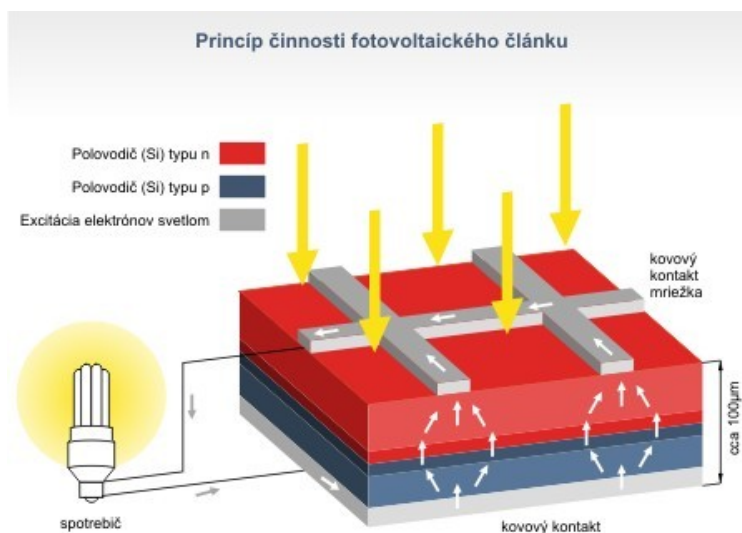
Na základe inštalovaného výkonu rozoznávame:

- domáce solárne systémy s výkonom niekoľko Wp, respektíve kWp, ktoré zásobujú domácnosti jednosmerným prúdom cez batérie, používajú sa na osvetlenie a malé spotrebiče,
- väčšie strešné solárne systémy s výkonom niekoľko kWp, ktoré okrem zásobovania domácností prebytky elektriny (striedavý prúd) dodávajú do verejnej siete,
- solárne elektrárne s výkonom niekoľko MWp, ktoré dodávajú celú výrobu do verejnej siete.

2.1.2. Princíp fotovoltaiického javu

Fotovoltaiika využíva priamu premenu svetelnej energie na elektrickú energiu v polovodičových prvkoch, označovaných ako fotovoltaiické alebo solárne články. Solárny článok je veľkoplošná dióda aspoň s jedným PN prechodom. V ožiarenom solárnom článku sú generované elektricky nabité častice (páry elektrón-diera). Elektróny a diery sú separované vnútorným elektrickým poľom PN prechodu. Rozdelenie náboja má za následok napäťový rozdiel medzi predným (-) a zadným (+) kontaktom solárneho článku.

Predný kontakt, polovodič typu N je tvorený mriežkou, zadný kontakt, polovodič typu P je tvorený celoplošným kontaktom. Vnútorným obvodom zapojeným medzi oboma kontaktmi potom preteká jednosmerný elektrický prúd, ktorý je priamo úmerný ploche solárneho článku a intenzite dopadajúceho slnečného žiarenia.



Obr. 2: Princíp fungovania fotovoltaiického článku [4]

Napätie jedného článku s hodnotou približne 0,5 V je príliš nízke pre ďalšie bežné využitie. Sériovým prepojením viacerých článkov získame napätie, ktoré je už použiteľné v rôznych typoch fotovoltaických systémoch. Štandardne sú používané sústavy pre menovité prevádzkové napätie 12 alebo 24 V. Takto vytvorené zostavy článkov v sériovo i sériovo-paralelnom zapojení sú hermeticky uzavreté v štruktúre krycích materiálov výsledného solárneho panelu.

2.1.3. Fotovoltaické články

Fotovoltaické články sa vyrábajú z polovodičových materiálov - najčastejšie z kremíka. Účinnosť premeny slnečnej energie na elektrinu u komerčne vyrábaných článkoch je okolo 10 %, laboratórne okolo 20 %. Slnečné články majú výhodu v tom, že ich spojením je možné vytvárať solárne moduly. Bežné články sú z monokryštalického alebo polykryštalického kremíka a produkujú 130-160 W na 1 m². Životnosť fotovoltaických systémov sa pohybuje okolo 20-25 rokov. Vyznačujú sa nízkymi prevádzkovými nákladmi a vysokou spoľahlivosťou. Využiteľné sú tam, kde nie je dostupná elektrická rozvodná sieť (chaty, chalupy).

V súčasnosti sa stretávame s tzv. prvou generáciou fotovoltaických článkov. Ich nevýhodou sú vysoké výrobné náklady, a preto je výskum smerovaný hlavne na druhú a tretiu generáciu. Druhá generácia (tenkovrstvové články) sa snaží odstrániť nevýhody prvej generácie. Účinnosť komerčne dostupných článkov je zatiaľ nižšia ako u prvej generácie, avšak ich zriaďovacia cena je nižšia. Tretia generácia FV článkov zahŕňa viacvrstvové a koncentrické články.



Obr. 3: FV články, zľava: amorfný modul, polykryštalický modul, monokryštalický modul, veľkoplošný monokryštalický modul [6]

Výhody fotovoltaických článkov:

- žiadna produkcia škodlivín,
- použiteľnosť v podstate všade,
- elektrárne môžu pracovať úplne samostatne.

2. OBNOVITELNÉ ZDROJE MALÝCH VÝKONOV

Tab. 1: Účinnosť FV článkov a panelov pre jednotlivé konštrukčné technológie [6]

technologie	nejlepší článok	nejlepší panel	výrobce / typ
monokrystalický křemík	25%	19,3%	SunPower 315
polykrystalický křemík	20,4%	14,4%	Suntech STP 280-24
tenkovrstvý křemík - tandem (amorfní / mikrokrystalický)	11,7%	8,5%	Sharp NA-901-WP
CIGS	19,4%	11,2%	Honda HEM125PA
CdTe	16,7%	10,8%	First Solar FS-277

2.1.4. Umiestnenie solárnej elektrárne

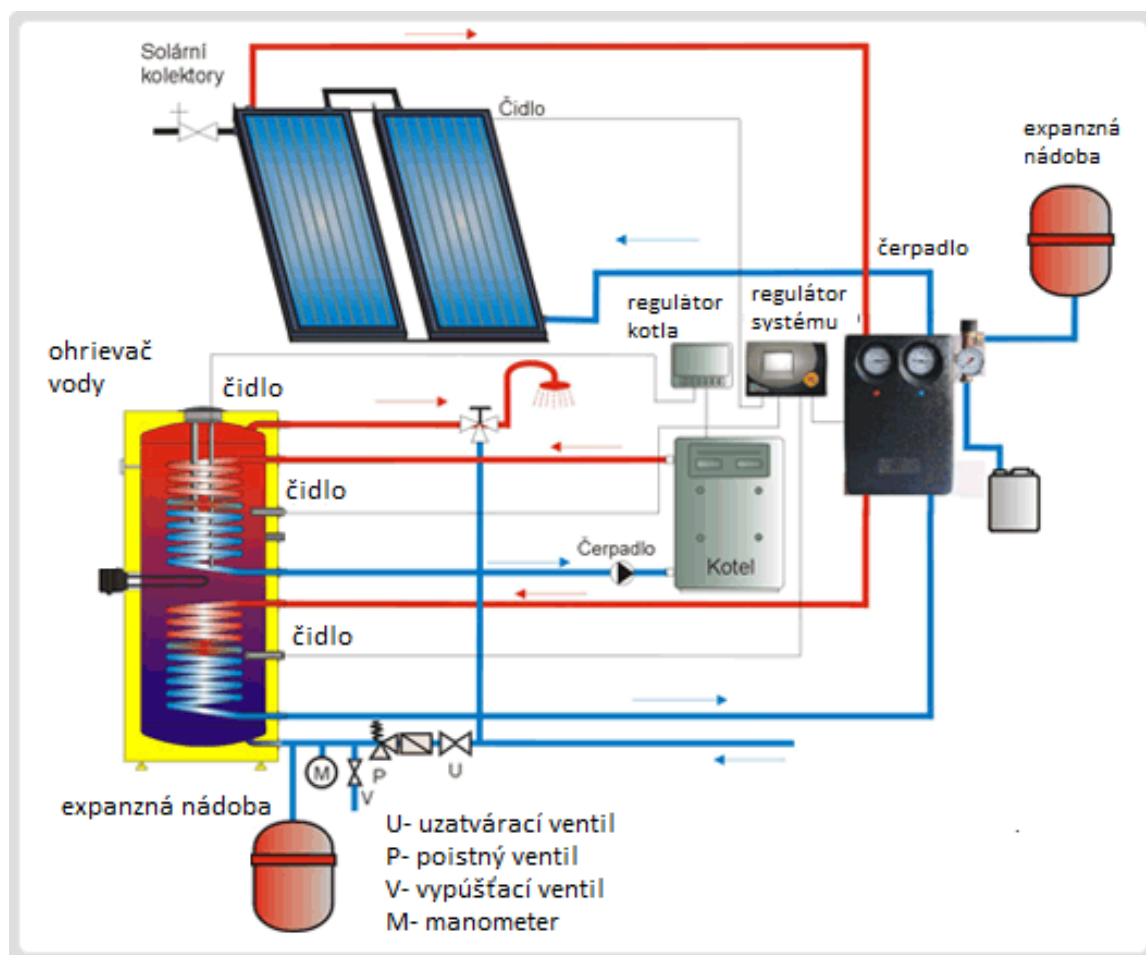
Pre stavbu slnečnej elektrárne je rozhodujúce miesto, poloha i sklon. Vždy záleží na konkrétnom mieste, ktoré pre stavbu solárnej elektrárne zvolíte. Výkonnosť panelov stúpa s nadmorskou výškou, ale klesá so zvyšujúcou sa teplotou (preto v jarných dňoch môžeme vyprodukovať viac energie ako v horúcich letných dňoch). Panely musia byť orientované na juh s ideálnym odklonom 5-10° a na západ musia byť nezatienené. Správny sklon panelov býva udávaný medzi 30-40° od vodorovnej roviny.

2.2. Solárne kolektory

Slnecnú energiu je možné v domácnosti využívať niekoľkými spôsobmi. Každá domácnosť využíva solárnu energiu pasívne, bez toho, aby si to uvedomovala, slnečné lúče totiž prenikajú oknami do interiéru a ohrievajú ho. Toto je žiaduce najmä v zime, kedy je intenzita slnečného žiarenia omnoho nižšia ako v lete.

Aktívne sa v domácnosti môže využívať solárna energia prostredníctvom moderných technológií solárnych kolektorov vyrábajúcich teplo, ktoré je možné využiť na ohrev TUV alebo vykurovanie.

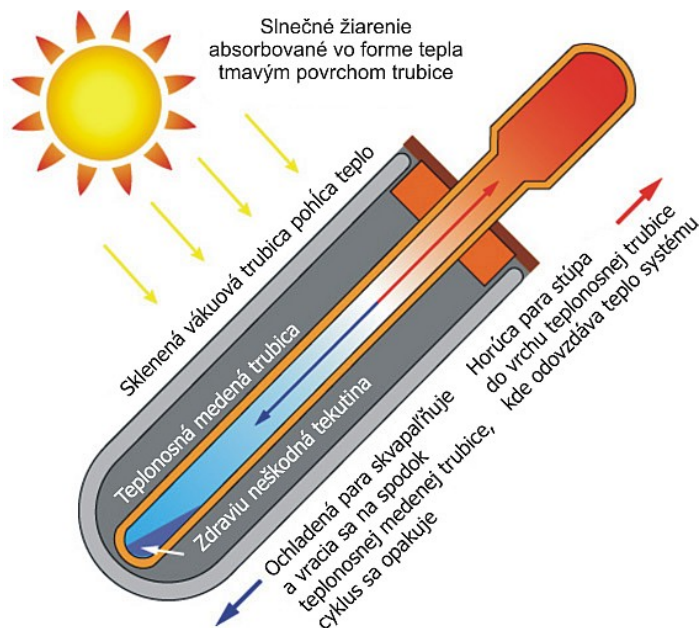
Slnecný kolektor pracuje na princípe skleníkového efektu. Teplo sa zachytáva pod skleneným (alebo iným priesvitným) krytom v absorbéri, ktorý sa ohrieva a odovzdáva teplo teplonosnému médiu, ktorým môže byť voda, vzduch, olej, a pod. Teplonosné médium je následne dopravované pomocou čerpadla ohrievača vody, kde svoju energiu odovzdá TUV.



Obr. 4: Využitie solárnych kolektorov pre ohrev vody v domácnosti [10]

Tmavá farba absorbéra odráža asi 10% dopadajúceho slnečného žiarenia. Niektoré kolektory bývajú pokryté tzv. selektívnym náterom, ktorý zvyšuje absorpciu tepla v kolektore (znižuje úniky), a tiež je trvanlivejší ako bežná čierna farba. Má aj malú emisivitu v oblasti infračerveného žiarenia. Absorbéry sa obvyčajne vyrábajú z medi alebo hliníku. Med' je síce drahšia ako hliník, ale

lepšie odvádza teplo a menej koroduje. Ako izolácia sa väčšinou používa sklenená vata alebo rôzne formy PU, ale i vákuum. Rám absorberu je väčšinou zhotovený z hliníku, plastu alebo železa, ale používa sa i drevo.



Obr. 5: Princíp fungovanie solárneho kolektora [11]

2.2.1. Typy solárnych kolektorov

- **Ploché doskové kolektory**

V kovovom ráme je plošne umiestená medená trubička prechádzajúca celou plochou kolektora. Izoláciu v tomto type kolektora tvorí vzduch. Z vrchnej strany je kolektor krytý sklom s nanesenou selektívnou vrstvou vysoko absorpčnej látky, ktorá zaručuje maximálne pohltienie slnečnej energie a jej minimálne vyžarovanie späť do priestoru.



Obr. 6: Plochý doskový kolektor [8]

2. OBNOVITELNÉ ZDROJE MALÝCH VÝKONOV

Tepló je predané teplonosnej kvapaline, ktorá je po ohriatí pomocou obehového čerpadla vedená do tepelného výmeníka, cez ktorý sa následne ohrieva voda v akumuláčnom zásobníku.

Výhody: cenovo najvýhodnejší, vysoká účinnosť v letných mesiacoch pri slnečnom svite.

Nevýhody: v zimnom období je účinnosť minimálna, pri väčšom poškodení kolektoru, sa musí vymeniť celý kolektor. Vhodný predovšetkým k sezónnemu užívaniu.

- **Ploché doskové – vákuové kolektory**

Kolektor je v princípe takmer zhodný s klasickým doskovým kolektorom, ale kvôli zlepšeniu tepelne izolačných vlastností je riešený ako vákuový, tzn., že v celom objeme kolektora je vákuum. Vďaka tomu dochádza k omnoho menším stratám tepelnej energie do okolitého prostredia.

Výhody: vysoká účinnosť v letných mesiacoch pri slnečnom svite. Vďaka vákuovému prevedeniu sú absorpčné plochy kolektoru schopné pracovať i pri nižších teplotách. Dokáže prijímať difúzne žiarenie. Sú vhodné k celoročnému užívaniu.

Nevýhody: vyššia zriaďovacia cena. Pri väčšom poškodení kolektoru sa musí vymeniť celý kolektor.

- **Trubicové vákuové kolektory**

Konštrukcia tohto typu kolektoru je založená na systéme radu sklenených trubíc vedľa seba. V každej trubici je vedená medená trubička, ktorou preteká teplonosná látka. Tieto trubičky sú uzavreté vo vákuových trubiciach. Tepelné straty sú veľmi malé a môžu získavať teplo i pri slabom slnečnom žiarení alebo nízkych teplotách.

Výhody: väčší energetický zisk. Pri poškodení vákuovej trubice sa nemusí systém odvzdušňovať ani demontovať, iba sa vysunie samostatná vákuová trubica a nasunie sa nová. Schopnosť pracovať i v nepriamom slnečnom svetle alebo pri teplotách pod bodom mrazu.

Nevýhody: vyššie zriaďovacie náklady, vyššia hmotnosť.



Obr. 7: Trubicové vákuové kolektory [8]

- **Vákuové - kondenzačné kolektory**

Celý kolektor na prvý pohľad pripomína bežný vákuový trubicový kolektor. Princíp je však založený na kondenzačnom teple, ktoré vzniká pri prechode plynnej látky do kvapalného stavu.

Výhody: kolektory sú vhodné pre vykurovanie budov.

Nevýhody: kolektory sú menej vhodné k príprave teplej vody a nevhodné pre ohrev bazénovej vody.

2.2.2. Účinnosť a umiestnenie solárnych kolektorov

Pri výbere solárne-termických kolektorov je kľúčová ich účinnosť, teda schopnosť využívať slnečnú energiu a premieňať ju na teplo. Výrobcovia spravidla udávajú maximálnu účinnosť, ktorú kolektory dosiahnu za optimálnych podmienok (dostatok slnečného žiarenia, teplé počasie). Maximálna účinnosť býva okolo 75-85%. Účinnosť kolektorov v reálnych prevádzkových podmienkach je však nižšia a je ovplyvnená vonkajšou teplotou alebo intenzitou slnečného žiarenia.

Tab. 2: Percentuálna účinnosť kolektora v závislosti od sklonu a orientácie [12]

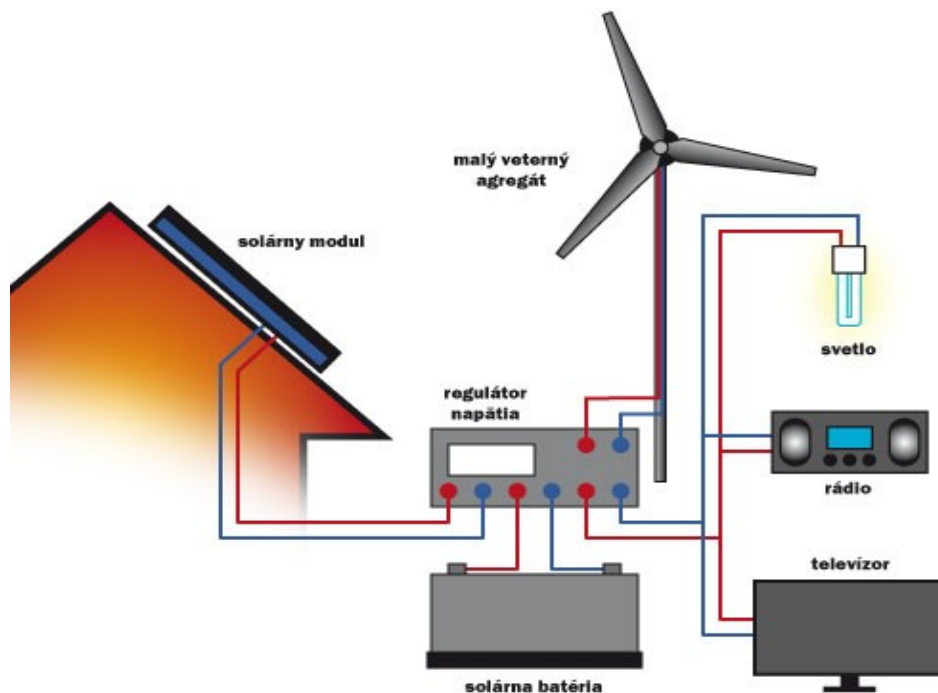
Percentuálna účinnosť kolektora v závislosti od sklonu a orientácie (% účinnosť)					
Orientácia Sklon	Azimut ± 0 (smer Juh)	Azimut $\pm 22,5$	Azimut ± 45	Azimut $\pm 67,5$	Azimut ± 90 (Smer V-Z)
0 stupňov	0	0	0	0	0
15 stupňov	0	0	0	0	0
30 stupňov	99	98	94	88	81
45 stupňov	100	99	95	89	82
60 stupňov	97	95	92	85	78
90 stupňov	77	75	70	61	50

Pre celoročnú prevádzku je ideálne umiestnenie na streche so sklonom 42° - 50° smer juh, alebo 3° - 10° juhozápadne. Pre zvýšenie zisku kolektorov v zimnom období sa odporúča sklon kolektoru okolo 70° , ale nie je výnimkou ani montáž na stenu domu, kde je uhol 90° .

2.3. Veterné elektrárne malých výkonov

2.3.1. Spôsob výroby elektrickej energie vo veternej elektrárni

Vietor patrí k nevyčerpatelným (respektíve obnoviteľným) zdrojom energie, ktorá sa využíva predovšetkým na výrobu elektrickej energie. Veterné elektrárne premieňajú energiu prúdenia vzduchu na elektrickú energiu. Sila vetra sa oprie o vhodne nastavené lopatky rotora turbíny a roztáča ich. Točivá sila z rotora sa prenáša cez prevodovku, alebo priamo do elektrického generátora, kde sa vyrába jednosmerný, resp. striedavý prúd.



Obr. 8: Využitie malej veternej elektrárne v ostrovnom systéme [14]

Výhody:

- dávajú výkon od niekoľko 100W až po niekoľko 1000kW,
- pri malých výkonoch je ľahká obsluha a údržba,
- možnosť pracovať plne automaticky,
- možno kombinovať s inými elektrárnami.

Nevýhody:

- výkon elektrárne je závislý od rýchlosti vetra,
- elektráreň pracuje pri rýchlosti od 3 do 20m/s,
- rušivý vplyv na okolie.

2.3.2. Delenie veterných elektrární

Podľa polohy osi rotora poznáme dva základné typy veterných turbín:

- s horizontálnou osou - všetky väčšie zariadenia
- s vertikálnou osou - niektoré typy menších zariadení

Turbíny s horizontálnou osou môžu mať rotory s jedným alebo s dvoma listami, ale v prevažnej väčšine majú trojlistové rotory. Osobitnú skupinu tvoria veterné elektrárne inštalované v morských pobrežných vodách vzdialených od brehov 10 - 20 km. Väčší počet veterných elektrární v jednej lokalite tvorí tzv. veterný park, resp. veternú farmu. Účinnosť elektrární je 30-45%, životnosť je okolo 20- 25 rokov a moderné elektrárne produkujú minimum hluku.

Tab. 3: Rozdelenie podľa inštalovaného výkonu

malé	do 30 kW
stredné	od 30 kW do 100 kW
veľké	nad 100 kW

Tab. 4: Rozdelenie podľa ďalšieho spracovania vyrobenej energie

do 5 kW	prevažne nabíjanie akumulátorov
od 5 kW do 30 kW	dodávanie do siete alebo ohrev úžitkovej vody
od 30 kW	takmer výhradne dodávanie elektriny do siete

2.3.3. Základné typy veterných elektrární pre súkromné využitie

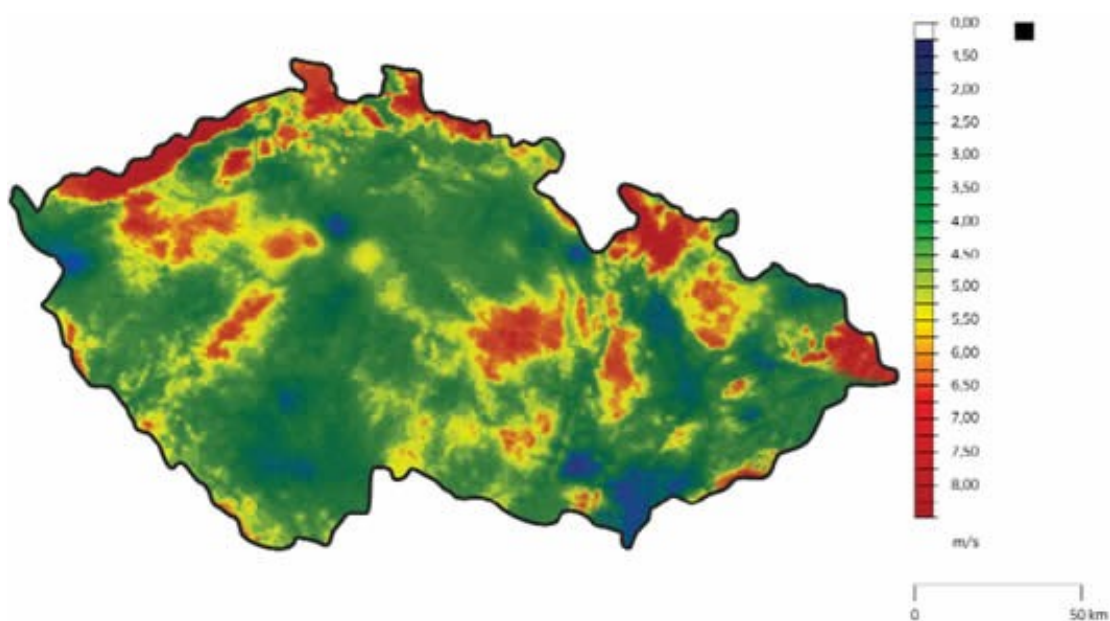
V Českej republike dnes existuje niekoľko výrobcov, u ktorých je možné zakúpiť malú veternú elektráreň vhodnú pre inštaláciu na záhrade. Predajcovia ponúkajú dva základné typy týchto zariadení. Veterná elektráreň s výkonom do 1 kW s jednosmerným generátorom vytvára napätie 12 či 24 V. Vhodným meničom však môžeme dosiahnuť klasických 220 V. Toto zariadenie je možné využívať v izolovaných lokalitách, kde nie je možné napojiť sa na rozvodnú sieť.

Druhým typom je veterná elektráreň s výkonom viac ako 1 kW s asynchrónnym generátorom. Tento typ veternej elektrárne sa môže použiť ako doplnkový zdroj pre domácnosti, ale domácnosť musí byť naďalej pripojená k distribučnej sieti, pretože elektráreň by nepostačovala na pokrytie spotreby elektrickej energie. Pre domácnosti sú k dispozícii aj veterné elektrárne s vyšším výkonom napr. 10kW. Tieto elektrárne už dokážu majiteľovi ušetriť alebo dokonca zarobiť nemalé peniaze. Záleží len na tom, akú formu štátnej dotácie si zvolíme. Veterné elektrárne sú podporované formou výkupnej ceny (elektrická energia je dodávaná do siete), alebo formou zelených bonusov (elektrická energia je spotrebovaná v domácnosti). Ceny mikrozdrojov ako je

napr. energy ball sa pohybujú v desiatkach tisíc korún ak sa rozhodneme pre elektrárňu s väčším výkonom, cena sa môže pohybovať v rozmedzí státisíce korún.

2.3.4. Predpoklady pre úspešnú prevádzku malej veternej elektrárne

Úspešný chod mikrozdroja ovplyvňuje niekoľko faktorov. Prvým a najdôležitejším z nich je sila vetra v mieste jeho inštalácie. Tá nám totiž napovie, či je vôbec možné mikrozdroj v danej lokalite efektívne riadiť. Štúdie napovedajú tomu, že by v mieste inštalácie veterných elektrární mala byť rýchlosť vetra 6 m/s a viac.



Obr. 9: Veterná mapa Českej republiky [15]

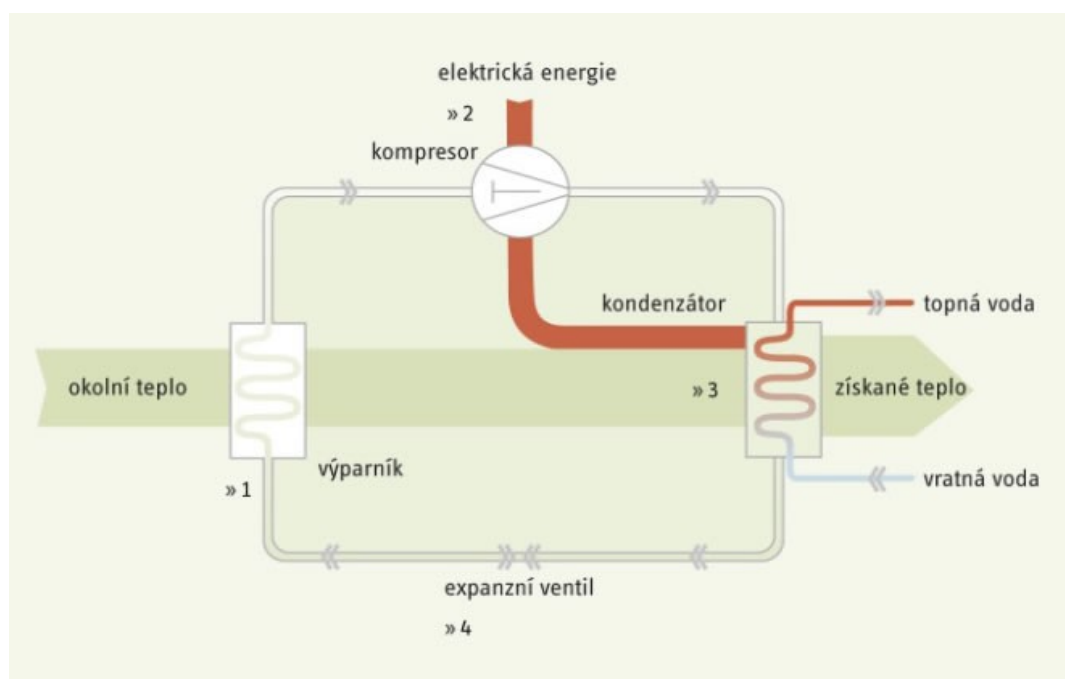
Dôležitým predpokladom efektívnej prevádzky súkromnej veternej elektrárne je tiež miesto, v ktorom je zariadenie inštalované. Veterné elektrárne totiž vyžadujú dostatočne otvorený priestor, kde nebude vetru v jeho prúde brániť žiadna prekážka v podobe zástavby či stromov. Kľúčové je tiež, aby sa nám podarilo získať súhlas príslušného stavebného úradu a kladné posúdenie vplyvu nového zariadenia na životné prostredie.

2.4. Tepelné čerpadlo

2.4.1. Princíp fungovania tepelného čerpadla (fyzikálny princíp)

Obvykle sa tepelná energia získava z energetických zdrojov, ktoré majú vyššiu teplotu ako ich okolie. Napríklad, v kotli ústredného vykurovania sa energia získava z plameňov. Vykurovacie médium, zvyčajne voda, prúdi okolo tohto zdroja energie a odoberá z neho tepelnú energiu, vďaka veľkému rozdielu teplôt. V tomto procese sa tepelná energia prelieva z vyššej teploty do nižšej. Energiu, ktorá je odoberaná z plameňa horáka, transportuje médium (voda) preč a dodáva ju tam, kde ju potrebujeme - do vykurovacej sústavy.

Technológia tepelných čerpadiel v podstate pracuje podľa veľmi podobných princípov. Jediným rozdielom je zdroj energie - geotermálna energia alebo tepelná energia obsiahnutá vo vzduchu miesto tepelnej energie plameňa horáka. Teplota okolitého prostredia však nie je vysoká, a preto musí byť médium, ktoré sa používa na jeho získanie veľmi chladné, aby vznikol použiteľný teplotný spád. Tu platí fyzikálny zákon, ktorý hovorí, že teplo prúdi iba z teplejšieho prostredia do chladnejšieho. To je dôvod, prečo je namiesto vody používané iné tekuté chladivo. Princíp tohto systému je v podstate rovnaký ako je princíp chladničky.



Obr. 10: Schéma tepelného čerpadla [16]

2.4.2. Energetický cyklus tepelného čerpadla

Tepelné čerpadlo odčerpáva tepelnú energiu z okolia a prenáša ju do vykurovacieho systému. Tento proces prebieha nasledovne: chladné tekuté chladivo je najskôr čerpané cez prvý výmenník tepla, tzv. výparník tepelného čerpadla. Ten absorbuje tepelnú energiu z okolia a chladivo sa odparí. Chladivo, ktoré je teraz plyné, je nasávané dovnútra a stlačené kompresorom

pre zvýšenie tlaku a tým i teploty. Ďalej je v ceste druhý tepelný výmenok - kondenzátor, ktorý zaisťuje, že takto vzniknutá tepelná energia je odovzdaná vode vo vykurovacej sústave. Chladivo postupne opäť kondenzuje a vracia sa do tekutého stavu. Nakoniec dochádza ku zníženiu tlaku a teploty chladiva v expanznom ventile a cyklus sa opakuje.

2.4.3. Typy tepelných čerpadiel

- **Tepelné čerpadlo typu zem /voda využívajúce hĺbkový vrt**

Využíva nízkopotenciálnu energiu uloženú v podlaží. Táto energia sa dá použiť k vykurovaniu vášho domu a k ohrievaniu vody. Získavaná energia z podlažia patrí medzi najbežnejšie riešenia.

Nízkopotenciálna energia sa zo zemského podlažia získava pomocou polyetylénového potrubia plneného nemrznúcou zmesou, ktorá sa do podlažia zavedie cez jeden alebo viac vrtov (hĺbka 50 - 200 m).

Výhody: stabilný vykurovací výkon, úspory až 70% nákladov, dlhodobá životnosť, absolútne tichý chod.

Nevýhody: vyššie investičné náklady (vrt).



Obr. 11: Tepelné čerpadlo typu zem /voda využívajúce hĺbkový vrt [16]

- **Tepelné čerpadlo typu zem / voda využívajúce povrchový zemný kolektor**

Tento typ tepelného čerpadla získava slnečnú energiu uloženú v zemi pomocou polyetylénového potrubia plneného nemrznúcou zmesou, tzv. zemného kolektora. Pokiaľ nemôžete na svojom pozemku vŕtať, potom môžete zvoliť práve toto čerpadlo.

Polyetylénové potrubie sa nachádza v hĺbke približne jeden meter pod zemou. Potrubie je vedené po ploche pozemku. Energia sa získava zo zeme podobným spôsobom ako zo skalného podlažia.

Výhody: nie je potreba vŕtať, nízke zriaďovacie náklady, umožňuje pasívne chladenie.

Nevýhody: rozsiahle podzemné práce.



Obr. 12: Tepelné čerpadlo typu zem / voda využívajúce povrchový zemný kolektor [16]

- **Tepelné čerpadlo typu voda / voda využívajúce povrchovú vodu**

Slnečná energia uložená vo vode sa získava pomocou polyetylénového potrubia plneného nemrznúcou zmesou. Toto potrubie sa nachádza na dne rybníka alebo jazera, kde sa udrží vlastnou váhou. Jedná sa o rovnaký princíp ako pri tepelnom čerpadle využívajúceho zem.

Výhody: nevyžaduje veľkú plochu, zanedbateľný negatívny dopad na okolie.

Nevýhody: malý počet vhodných lokalít, požiadavky na chemické zloženie.



Obr. 13: Tepelné čerpadlo typu voda / voda využívajúce povrchovú vodu [16]

- **Tepelné čerpadlo typu voda / voda využívajúce podzemnú vodu**

Využíva nízkopotenciálnu energiu uloženú v podzemnej vode. Voda sa čerpá z vrtného otvoru do výparníka tepelného čerpadla, odkiaľ sa potom vracia do tzv. vsakovacieho vrtu.

Výhody: vysoký vykurovací faktor, krátka doba návratnosti, nižšie zaobstarávacie náklady.

Nevýhody: malý počet vhodných lokalít, požiadavky na chemické zloženie.



Obr. 14: Tepelné čerpadlo typu voda / voda využívajúce podzemnú vodu [16]

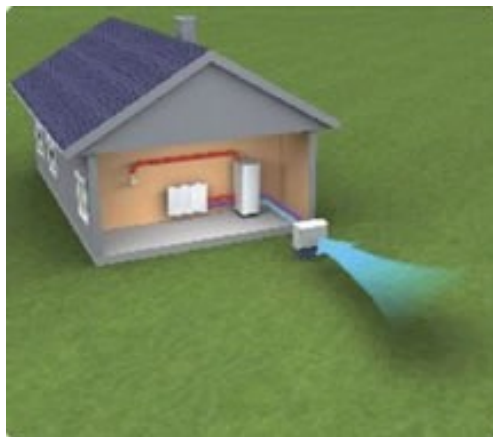
- **Tepelné čerpadlo typu vzduch / voda**

Pri tepelných čerpadlách využívajúcich vzduch nie je potrebné kopáť ani vŕtať. Energia sa získava priamo zo vzduchu pomocou vonkajšej vzduchovej jednotky, ktorá je prepojená s vnútorným tepelným čerpadlom, okruhom plneným nemrznúcou zmesou.

Tepelné čerpadlo využívajúce vzduch dokáže zhodnotiť nízkopotenciálnu energiu obsiahnutú vo vonkajšom až do jeho teploty $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Výhody : pomer cena/výkon, univerzálna použiteľnosť, jednoduchá inštalácia.

Nevýhody: počas silných mrazov nižšia účinnosť, hlučnosť vonkajšej jednotky.



Obr. 15: Tepelné čerpadlo typu vzduch / voda [16]

3. Energetická bilancia rodinného domu

Najviac energie bežná domácnosť spotrebuje na vykurovanie (zhruba 50-80%). Ani zostávajúca spotreba energie na ohrev vody (15-30%) a domáce spotrebiče (10-20%) nie je zanedbateľná. I tu je možné ušetriť nemalé finančné prostriedky. Z veľkej časti ide totiž o elektrinu, ktorá patrí medzi najdrahšie druhy energie. Počet spotrebičov v domácnostiach rastie a s tým spravidla rastie i spotreba elektriny.

3.1. Tepelné straty

Z energetického hľadiska je každý objekt charakterizovaný jednak svojimi energetickými nárokmi (potrebami energie), a svojou energetickou náročnosťou (spotrebami energie). Energetické nároky sú dané množstvom energie, ktoré objekt pre svoju funkciu objektívne potrebuje. Energetická náročnosť je faktické množstvo nakupovanej energie, ktorú spotrebujú pre svoju činnosť systémy, kryjúce tieto energetické nároky.

Energetická bilancia objektu má tri základné zložky:

- potreba tepla na vykurovanie,
- potreba tepla na prípravu TUV,
- spotreby ostatných domácich spotrebičov.

Energetická spotreba domu je údaj, ktorý hovorí, aké množstvo energie spotrebuje dom na vykurovanie za jeden rok normálneho užívania, keď je teplota užitočného priestoru udržiavaná na napr. 19°C a ak ročný priebeh teplôt zodpovedá dlhodobému priemeru. Teplota 19°C je tzv. tepelná pohoda. Je to pocit spokojnosti, kedy človek v obytnom priestore nepociťuje ani nadmerné teplo, ani chlad. Na jej zabezpečenie je potrebné vytvoriť rovnováhu medzi množstvom tepla vyprodukovaným ľudským organizmom a jeho odvedením do okolitého prostredia.

Aby bolo možné porovnávať energetickú šetrnosť rôzne veľkých stavieb, vyjadruje sa energetická spotreba v kilowatthodinách (kWh) alebo megajouloch (MJ) na jeden m² úžitkovej plochy domu za jeden rok. Vynásobením úžitkovej plochy domu a energetickej spotreby v kWh/(m² rok), dostane užívateľ domu približnú energiu, ktorú spotrebuje za priemerný rok na vykurovanie.

Tab. 5: Rôzne stupne energetickej šetrnosti domov [17]

stará zástavba	680 MJ/(m ² rok)	200 MJ/(m ² rok)
novostavby (1980-1994)	375 MJ/(m ² rok)	100 MJ/(m ² rok)
súčasnú novostavby	230 MJ/(m ² rok)	65 MJ/(m ² rok)
nízkoenergetické domy	180 MJ/(m ² rok)	50 MJ/(m ² rok)
pasívne domy	55 MJ/(m ² rok)	15 MJ/(m ² rok)

3. ENERGETICKÁ BILANCIA RODINNÉHO DOMU

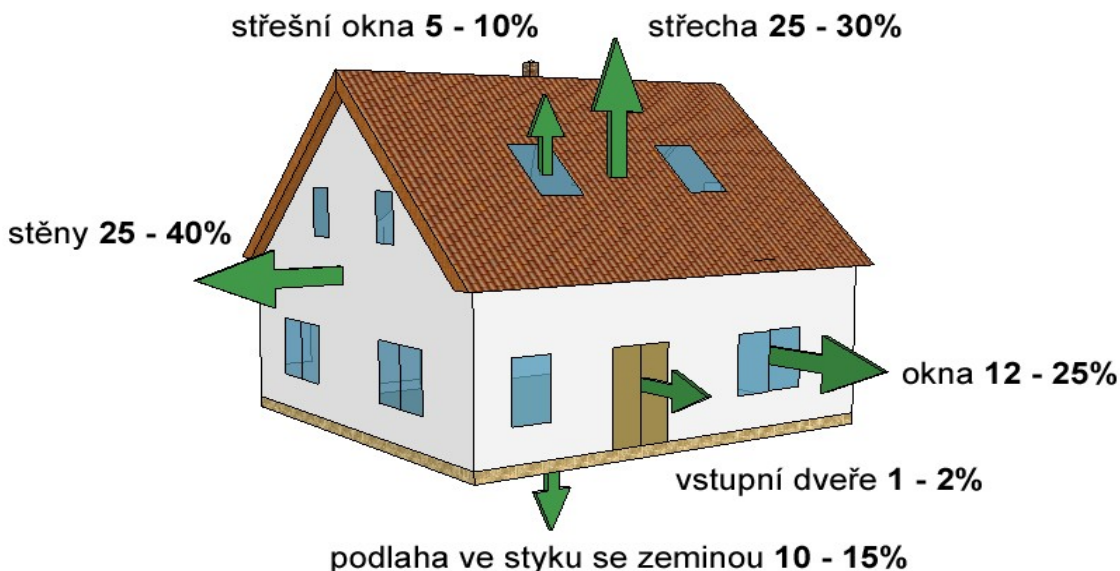
V tabuľke 6. je uvedená tepelná strata rodinného domu (rok výstavby 2003), pre ktorý sa energetické zdroje navrhujú. Hodnota tepelných strát určuje, aké množstvo energie treba dodať vykurovacím systémom, aby bola zabezpečená tepelná pohoda (vnútorná výpočtová teplota), ktorú som zvolil 19°C. Pri výpočte tepelných strát je dôležité poznať dlhodobé priemerné klimatické podmienky pre danú oblasť.

Na výpočet tepelných strát som použil internetovú kalkulačku <http://www.vytapeni.cz>. Táto kalkulačka tepelné straty iba odhaduje na základe uvedených údajov o objekte a jeho polohe. Údaje zadávané do internetovej kalkulačky sú zdokumentované v prílohe č.I. Pre presnejší výpočet tepelných strát je vhodnejšie použiť špeciálne programy alebo postupovať podľa normy ČSN 06 0210.

Tab. 6: Tepelná strata objektu [19]

Tepelná ztráta objektu:	
Pasivní dům:	1.0 kW
Nízkoenergetický dům:	3.0 kW
Dům, jehož tepelné vlastnosti splňují současné požadavky:	8.7 kW
Dům, jehož tepelné vlastnosti odpovídají letem 1993 - 2003:	10.2 kW
Dům, jehož tepelné vlastnosti odpovídají letem před r. 1993:	12.2 kW

Z tepelných strát budovy sa stanovuje spotreba energie. Táto strata sa kedysi počítala podľa ČSN 06 0210 („Výpočet tepelných strát budov pri ústrednom vykurovaní“ - platnosť ukončená 1.9.2008). Túto normu v súčasnosti nahradila harmonizovaná norma ČSN EN 12831 („Tepelné sústavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu“).



Obr. 16: Tepelná strata obálkou budovy [17]

3. ENERGETICKÁ BILANCIA RODINNÉHO DOMU

Celková tepelná strata miestnosti Q_c podľa ČSN 06 0210 je rovná súčtu tepelnej straty prestupom stenami Q_p a tepelnej straty vetraním Q_v , znížená o tepelné zisky Q_z .

$$Q_c = Q_p + Q_v - Q_z \quad [\text{W}] \quad (1)$$

Tepelná strata prestupom stenami:

$$Q_p = Q_o \cdot (1 + p_1 + p_2 + p_3) \quad [\text{W}] \quad (2)$$

Q_o - základná tepelná strata prestupom tepla $[\text{W}]$

p_1 - prirážka na vyrovnanie vplyvu chladných konštrukcií

p_2 - prirážka na urýchlenie zátoku

p_3 - prirážka na svetovú stranu

Základná tepelná strata Q_o je rovná súčtu tepelných tokov prestupom jednotlivými stenami ohraničujúcu vykurovanú miestnosť od vonkajšieho prostredia.

Tepelná strata vetraním:

$$Q_v = c_v \cdot V_v (t_{is} - t_e) \quad [\text{W}] \quad (3)$$

c_v - objemová tepelná kapacita vzduchu pri teplote 0°C $[\text{J/kgK}]$

V_v - objemový tok vetraného vzduchu $[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$

3.2. Potreba tepla na vykurovanie:

Potreba tepla je niečo iné ako spotreba. Potreba je to, čo potrebujeme, aby sme dom vykúrili. Spotreba je to, čo nakoniec skutočne spotrebujeme a hlavne zaplatíme. Potreba je závislá na tepelno-izolačných vlastnostiach objektu a na intenzite vetrania, teda vychádza z tepelnej straty domu. Na druhú stranu spotreba je ovplyvnená účinnosťou zdroja vykurovania, účinnosťou rozvodov, reguláciou a v neposlednom rade schopnosťou reagovať a využiť tepelné zisky.

Ročnú potrebu tepla na krytie tepelných strát dostaneme integráciou (sčítaním) okamžitých tepelných strát počas celej vykurovacej sezóny. V súčasnosti existuje niekoľko typov výpočtov, ktorými je možné stanoviť ročnú potrebu tepla na vykurovanie.

3.3. Výpočet ročnej potreby tepla na vykurovanie:

Výpočet potreby tepla na vykúrenie cez deňostupne vychádza z dlhodobých sledovaní dĺžky vykurovacích období v ČR. Pri rodinných domoch je to veľmi individuálne. V dobre izolovaných (nízko energetických) domoch býva vykurovacía sezóna kratšia. Pre bytové domy zásobované z centrálného zdroja určujú predpisy začiatok vykurovacej sezóny vtedy, keď priemerná denná teplota poklesne 3 dni po sebe pod 13°C .

$$D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) \quad (4)$$

D - počet deňostupňov

d - počet dní vykurovacej sezóny

t_{is} - priemerná vnútorná teplota ($^{\circ}\text{C}$)

t_{es} - priemerná teplota behom vykurovacia obdobia ($^{\circ}\text{C}$)

Je dôležité si uvedomiť, že pre výpočty sa používajú priemerné hodnoty (spravidla tridsaťročný až päťdesiatročný priemer), skutočná spotreba tepla v určitom roku môže byť dosť odlišná.

Ročná potreba tepla :

$$Q_{VYT,r} = \frac{\varepsilon}{\eta_o - \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_c \cdot D}{(t_{is} - t_e)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3} \quad [\text{MWh/rok}] \quad (5)$$

Q_c - výpočtová tepelná strata vo [W]

ε - opravný súčiniteľ

D - počet deňostupňov

t_{is} - priemerná vnútorná teplota [$^{\circ}\text{C}$]

t_e - vonkajšia výpočtová teplota [$^{\circ}\text{C}$]

η_o - účinnosť regulácie sústavy

η_r - účinnosť rozvodu vykurovania

Určenie súčiniteľa ε :

$$\varepsilon = \varepsilon_i + \varepsilon_t + \varepsilon_d \quad (6)$$

ε_i - súčiniteľ zohľadňujúci nesúčasnosť pôsobenia jednotlivých vplyvov na tepelnú stratu

ε_t - súčiniteľ zohľadňujúci teplotní útlmy

ε_d - súčiniteľ zohľadňujúci vplyv regulácie

Tab. 7: Hodnoty pre jednotlivé súčinitele [17]

súčiniteľ nesúčasnosti	ε_i	súčiniteľ útlmu teplôt	ε_t	súčiniteľ regulácie	ε_d
staršie viacpodlažné domy	0,9	viacpodlažné domy	0,95	ručná regulácia	1,1
RD staršie	0,85	rodinné domy	0,84	termostat	1,04
moderné bytové domy	0,8	bez útlmu	1	ekvitermná regulácia	1
moderné a nízkoenergetické domy	0,75				

3.4. Výpočet potreby tepla pre prípravu TUV

Skutočná spotreba TUV je veľmi závislá na zvykoch ľudí a ich životnom štýle. Na rozdiel od spotreby tepla na vykurovanie je odhad skutočného množstva tepla potrebného na prípravu TUV veľmi neistý. U stavieb pre bývanie norma ČSN 06 0320 počíta so spotrebou TV na 1 osobu s 0,082 m³/deň, čomu zodpovedá spotreba tepla 4,3 kWh/na osobu za deň. V praxi je spotreba vody a tepla nižšia a pohybuje sa okolo 3 kWh.

Pre orientačné určenie množstva tepla na prípravu TUV môžeme použiť napr. tabuľky, ktoré vychádzajú z platných noriem.

Tab. 8: Potreba TUV pre 1 osobu na deň v bytovom dome [17]

parameter	značka	jednotka	batéria			
			umývadlo	drez	sprcha	vaňa
počet dodávok	n _d	-	3	0,8	1	0,3
objem dávok	V _d	m ³	0,03	0,002	0,025	0,025
teplo v dodávkach	E _d	kWh	1,5	0,1	1,3	1,4
súčet objemu dodávok	V _{2p}	m ³	0,082			
súčet tepla v dávkach	E _{2p}	kWh	4,3			

Denná potreba tepla pre ohrev teplej vody:

$$Q_{TUV,d} = (1 + z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} \quad [\text{kWh}] \quad (7)$$

t₁ - teplota studenej vody [°C]

t₂ - teplota ohriatej vody [°C]

V_{2p} - celková potreba teplej vody za 1 deň [m³]

ρ - merná hustota vody [kg/m³]

c - merná tepelná kapacita vody [J/kgK]

z - koeficient energetických strát systému

3. ENERGETICKÁ BILANCIA RODINNÉHO DOMU

Ročná potreba tepla pre ohrev teplej vody:

$$Q_{TUV,r} = Q_{TUV,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TUV,d} \cdot \frac{(t_2 - t_{svl})}{(t_2 - t_{svz})} \cdot (N - d) \quad [\text{MWh/rok}] \quad (8)$$

t_{svl} - teplota studenej vody v lete [°C]

t_{svz} - teplota studenej vody v zime [°C]

N - počet pracovných dní sústavy v roku

d - dĺžka vykurovacieho obdobia

Pre výpočet potreby energie na vykurovanie a prípravu TUV som použil kalkulačku <http://vytapani.tzb-info.cz>. Na výpočet veľkosti jednotlivých energií je nutné poznať hodnotu tepelných strát (10,2 kw), a ďalších údajov, ktoré som volil na základe informácií o vykurovacej sústave a požiadaviek pre 4 člennú rodinu.

Lokalita (Tabulka)		<input type="radio"/> $t_{em} = 12^\circ\text{C}$ <input checked="" type="radio"/> $t_{em} = 13^\circ\text{C}$ <input type="radio"/> $t_{em} = 15^\circ\text{C}$???
Město: Ostrava	Délka topného období: d = 229 [dny]	
Venkovní výpočtová teplota $t_e = -15^\circ\text{C}$	Prům. teplota během otopného období: $t_{es} = 4^\circ\text{C}$	
<div> <div> Vytápění <p> Tepelná ztráta objektu $Q_c = 10,2$ kW </p> <p> Průměrná vnitřní výpočtová teplota $t_{is} = 19^\circ\text{C}$??? </p> <p> Vytápěcí denostupně $D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 3435$ K.dny </p> <p> Opravné součinitele a účinnosti systému </p> <p> $e_i = 0.80$??? $\eta_o = 0.95$??? $e_t = 0.84$??? $\eta_r = 0.95$??? $e_d = 1.04$??? </p> <p> Opravný součinitel ε ??? </p> <p> <input checked="" type="radio"/> $\varepsilon = e_i \cdot e_t \cdot e_d = 0.699$ <input type="radio"/> $\varepsilon = 0.765$ </p> <p> $Q_{VYT,r} = \frac{\varepsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_c \cdot D}{(t_{is} - t_e)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3}$ </p> <p> $Q_{VYT,r} = \langle \begin{matrix} 68.9 \text{ GJ/rok} \\ 19.2 \text{ MWh/rok} \end{matrix} \rangle$ Náklady </p> </div> <div> Ohřev teplé vody <p> $t_1 = 10^\circ\text{C}$??? $\rho = 1000$ kg/m³ ??? $t_2 = 55^\circ\text{C}$??? $c = 4186$ J/kgK ??? $V_{2p} = 0.2$ m³/den ??? Koeficient energetických ztrát systému $z = 0.5$??? </p> <p> Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody $Q_{TUV,d} = (1 + z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = 15.7$ kWh </p> <p> Teplota studené vody v létě $t_{svl} = 15^\circ\text{C}$ Teplota studené vody v zimě $t_{svz} = 5^\circ\text{C}$ Počet pracovních dní soustavy v roce $N = 365$ [dny] </p> <p> $Q_{TUV,r} = Q_{TUV,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TUV,d} \cdot \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d)$ </p> <p> $Q_{TUV,r} = \langle \begin{matrix} 17.9 \text{ GJ/rok} \\ 5 \text{ MWh/rok} \end{matrix} \rangle$ Náklady </p> </div> </div>		
Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody		
$Q_r = Q_{VYT,r} + Q_{TUV,r} = \langle \begin{matrix} 86.8 \text{ GJ/rok} \\ 24.1 \text{ MWh/rok} \end{matrix} \rangle$ Náklady		

Obr. 17: Výpočtová kalkulačka energií [20]

3. ENERGETICKÁ BILANCIA RODINNÉHO DOMU

Tab. 9: Jednotlivé hodnoty potreby energií za rok a ich percentuálny podiel

	Spotreba energie za rok (rodinný dom)	
Vykurovanie ($Q_{VYT,r}$)	19 200 kWh	68,90%
Teplá voda ($Q_{TUV,r}$)	5 000 kWh	17,90%
Domáce spotrebiče	3659 kWh	13,20%

Tab. 10: Potreba elektriny pre jednotlivé domáce spotrebiče za rok (4-členná rodina žijúca v rodinnom dome) a ich percentuálny podiel [22]

spotrebič	spotreba	
Chladnička a pultový mraziak (trieda B)	639 kWh	17,50%
Umývačka riadu (trieda B)	322 kWh	8,80%
Práčka (trieda A)	213 kWh	5,80%
Čerpadlo solárneho systému	720 kWh	19,70%
Varenie (šporák, trúba, MW, varná kanvica)	584 kWh	16,00%
TV s väčšou uhlopriečkou, video	241 kWh	6,60%
Počítač	104 kWh	2,80%
Hi-Fi	14 kWh	0,40%
Osvetlenie (klasické žiarovky)	472 kWh	12,90%
Ostatné (žehlička, fén, vysávač apod.)	350 kWh	9,60%
Celkom	3659 kWh	100%

3.5. Tepelné zisky

Energetický prínos od jednotlivých tepelných ziskov som v konečnom výpočte nezohľadňoval, z dôvodu ich malých hodnôt, ktoré by na celkovú spotrebu nemali veľký vplyv. S tepelnými ziskami je vhodné počítat' pri nízkoenergetických a pasívnych domoch.

3.5.1. Zisky od osôb

Ľudia ako teplokrvné živočíchy neustále produkujú teplo, tzv. metabolické. Výkon závisí na činnosti. Dospelý človek produkuje v spánku cca 50 W, pri sedení a nenamáhavej činnosti 80 až 100 W, pri špičkovom fyzickom výkone až 1000 W.

3.5.2. Zisky od spotrebičov

Väčšina energie, ktorú domáce spotrebiče odoberú zo siete, sa premení na teplo. Toto teplo prispieva najmä k vykurovaniu domu. Výnimkou je iba práčka, kde teplo odchádza s vodou do kanalizácie. Ďalej potom sporáky a trúby, kde je v dobe prevádzky potrebné intenzívne vetrať (kvôli pare, zápachu a prípade splodínám zo spaľovania zemného plynu), takže veľká časť tepla odchádza nevyužitá preč. Energetický prínos môžeme odhadnúť z príkonu a doby využitia spotrebičov.

3.5.3. Pasívne solárne zisky

Množstvo slnečného žiarenia, ktoré dopadne na okno, závisí na orientácii okna a jeho zatienení. Pri výpočte je ďalej treba zohľadniť plochu rámu okna (na výkresoch sa uvádzajú rozmery okenného otvoru, plocha zasklenia je o 15 - 40% menšia). Veľkú úlohu hrá i zatienenie záclonami, žalúziami a podobne. Okrem toho je nutné si uvedomiť, že všetky solárne zisky môžeme využiť pre vykurovanie.

V prípade slnečných dní môžu byť zisky väčšie ako je tepelná strata príslušnej miestnosti. Dôjde teda buď k prehriatiu miestnosti (tým sa časť zisku naakumuluje do hmoty domu), alebo sú zisky odvetrané, aby bola v miestnosti znesiteľná teplota. Iba pri ľahkých budovách (drevostavby, podkrovné stavby), je stupeň využitia solárnych ziskov relatívne nízky. Pri ťažkých budovách je situácia lepšia. Najlepšie je z tohto hľadiska vybaviť dom centrálnym vetraním s rekuperáciou tepla, ktoré zaistí najvyššie využitie nielen solárnych, ale i ostatných vnútorných tepelných ziskov.

4. Návrh zdroja elektrickej energie pre pokrytie spotreby rodinného domu

Návrh energetických zdrojov realizujem pre 4-člennú rodinu žijúcu v rodinnom dome (rok výstavby 2003) cca 100 m². Dom je nezateplený, je zhotovený s tehli o hrúbke 45 cm a užitočná plocha južnej strany strechy je 70m².

Spotreby elektrickej energie, ktoré som pre daný objekt vypočítal sú: 19 200 kWh vykurovanie, 5000 kWh ohrev TUV. Spotreba teplej vody je 200 litrov denne. Tepelná strata objektu pri -15°C je 10,2 kW. Návrh zdrojov sa bude realizovať pre dva prípady. V prvom prípade sa bude jednať o vykurovanie pomocou veľkoplošných radiátorov (tepelný spád 50°C), v druhom prípade pomocou podlahového kúrenia (tepelný spád 35°C).

Tab. 11: Hodnoty potrebných výkonov a spotreby energií

	Výkon zdroja (kW)	Energia za rok (kWh)
Vykurovanie budovy (vzťahnuté na cca 9 hod. denne, 229dni v roku)	10,2	19 200
Ohrev vody (vzťahnuté na 24 hod. počas celého roka)	0,6	5 000
Celkový potrebný výkon - P _{CEL} (kW) Celková potrebná energia –Q _r (kWh)	10,8	24 200

4.1. Návrh tepelného čerpadla

Tepelné čerpadlo je schopné ako jediný zdroj tepelnej energie využívať veľmi nízke teploty okolitého prostredia a energiu takto získanú pretransformovať na teploty využiteľné. Preto ho navrhujem ako hlavný zdroj tepelnej energie. Na základe hydrogeologického posúdenia som vybral tepelné čerpadlo typu zem/voda, využívajúce hĺbkový vrt. Pri tomto type tepelného čerpadla môžem predpokladať konštantnú teplotu zdroja 10°C (zodpovedajúca hĺbka vrtu 100 m) po celý rok.

Výkon tepelného čerpadla som určil rovnakým výpočtom ako pri určovaní maximálnej tepelnej straty objektu, s tým rozdielom že vonkajšiu výpočtovú teplotu som volil -5°C. Do tejto

4. NÁVRH ZDROJA ELEKTRICKEJ ENERGIE PRE POKRYTIE SPOTREBY RODINNÉHO DOMU

teploty bude tepelné čerpadlo pracovať monovalentne, ak sa teplota zníži, automaticky sa zapne pomocný elektrokotol (bivalentný zdroj), ktorý je v tepelnom čerpadle vstavaný. Ohrev vody v zásobníku je riešený vstavaným modulom pre ohrev TUV, integrovaným zásobníkom o objeme 200 litrov. Tepelnému čerpadlu bude za priaznivých podmienok dopomáhať aj solárny systém.

Tepelné čerpadlo je vybavené mikroprocesorovým regulátorom, ktorý zaisťuje reguláciu vykurovacej vody v závislosti na vonkajšej teplote. Regulátor takisto zaisťuje aj prednostný ohrev TUV. Čo sa týka životnosti, najnižšiu životnosť má kompresor, minimálna životnosť je 15 rokov. V prípade potreby sa môže kompresor vymeniť, jeho cena predstavuje asi 15% z celkovej ceny tepelného čerpadla. Životnosť ostatných častí systému je niekoľkonásobne vyššia.

Tab. 12: Výkon tepelného čerpadla [19]

Tepelná ztráta objektu:	
Pasivní dům:	0.7 kW
Nízkoenergetický dům:	2.1 kW
Dům, jehož tepelné vlastnosti splňují současné požadavky:	6.1 kW
Dům, jehož tepelné vlastnosti odpovídají letem 1993 - 2003:	7.2 kW
Dům, jehož tepelné vlastnosti odpovídají letem před r. 1993:	8.6 kW

Vypočítaný výkon tepelného čerpadla $P_{OUT} = 7,2 \text{ kW} \rightarrow 7,5 \text{ kW}$

Výkonovo najbližšie je tepelné čerpadlo HOT JET s výkonom 7,5 kW.

Výkon pomocného elektrokotla:

$$P_{KOT} = {}_{\Delta}P - P_{OUT} = 10,8 - 7,5 = 3,3 \text{ kW} \rightarrow 3,5 \text{ kW} \quad (9)$$

P_{KOT} - výkon pomocného elektrokotla [kW]

${}_{\Delta}P$ - tepelné straty objektu [kW]

P_{OUT} - výkon tepelného čerpadla [kW]

Výkon pokrytý tepelným čerpadlom v (%):

$$\frac{P_{OUT}}{P_{CEL}} = \frac{7,5}{10,8} = 0,7 = 70\% \quad (10)$$

Tepelné čerpadlo je navrhnuté pre pokrytie 70% celkovej spotreby energie.

Energia vyprodukovaná tepelným čerpadlom za rok, pri 70% pokrytí celkového výkonu:

$$Q_{OUT} = Q_r \cdot 0,7 = 24200 \cdot 0,7 = 16940 \text{ kWh} \quad (11)$$

4. NÁVRH ZDROJA ELEKTRICKEJ ENERGIE PRE POKRYTIE SPOTREBY RODINNÉHO DOMU

Doba prevádzky tepelného čerpadla v roku, za ktorú vyrobí 16 940 kWh:

$$t_A = \frac{Q_{OUT}}{P_{OUT}} = \frac{16940}{7,5} = 2258,7hod \quad (12)$$

Energia ktorú bude dodávaná elektrokotlom za rok:

$$Q_{KOT} = Q_r - Q_{OUT} = 24200 - 16940 = 7260 kWh \quad (13)$$

Keďže elektrokotol má účinnosť 100% dodávaná energia je zároveň aj spotrebovaná energia elektrokotlom.

Doba prevádzky elektrokotla v roku, za ktorú vyrobí 7260 kWh, počítaná podľa vzťahu (12):

$$t_B = \frac{Q_{KOT}}{P_{POT}} = \frac{7260}{3,5} = 2074,3hod$$

Výpočet tepelného faktoru tepelného čerpadla:

Tepelný faktor udáva koľko násobok vlozenej energie dostaneme, vždy je väčší ako 1, a čím je väčší tým lepšie.

$$e = \frac{Q_{OUT}}{Q_{EL}} = \frac{T_{OUT}}{(T_{OUT} - T_{IN})} \quad (14)$$

Q_{OUT} - výsledná energia pri teplote [kW]

Q_{EL} - energia zo siete potrebná pre pohon kompresoru tepelného čerpadla [kW]

T_{OUT} - teplota na výstupe [K]

T_{IN} - teplota zdroja tepla [K]

Výpočet elektrického príkonu tepelného čerpadla:

$$P_{EL} = \frac{P_{OUT}}{e - 1} \text{ [kW]} \quad (15)$$

P_{OUT} - celkový výkon tepelného čerpadla [kW]

P_{EL} - elektrický príkon [kW]

4. NÁVRH ZDROJA ELEKTRICKEJ ENERGIE PRE POKRYTIE SPOTREBY RODINNÉHO DOMU

Výpočet pre veľkoplošné radiátory:

Teplota zdroja tepla T_{IN} : 10 °C

Teplota na výstupe pre veľkoplošné radiátory T_{OUT} : 50 °C

Výpočet tepelného faktoru tepelného čerpadla, počítaný podľa vzťahu (14):

Teploty dosadzujem ako absolútne v Kelvínoch.

$$e = \frac{Q_{OUT}}{Q_{EL}} = \frac{T_{OUT}}{(T_{OUT} - T_{IN})} = \frac{(273 + 50)}{(273 + 50) - (273 + 10)} = 8,1$$

Príkon tepelného čerpadla, počítaný podľa vzťahu (15):

$$P_{EL1} = \frac{P_{OUT}}{e - 1} = \frac{7,5}{8,1 - 1} = 1,1 \text{ kW}$$

Energia spotrebovaná tepelným čerpadlom za rok:

$$Q_{SPOT1} = t_A \cdot P_{EL1} = 2258,7 \cdot 1,1 = 2485,6 \text{ kWh} \quad (16)$$

Výpočet pre podlahové kúrenie:

Teplota zdroja tepla T_{IN} : 10 °C

Teplota na výstupe pre veľkoplošné radiátory T_{OUT} : 35 °C

Výpočet tepelného faktoru tepelného čerpadla, počítaný podľa vzťahu (14):

Teploty dosadzujem ako absolútne v Kelvínoch.

$$e = \frac{Q_{OUT}}{Q_{EL}} = \frac{T_{OUT}}{(T_{OUT} - T_{IN})} = \frac{(273 + 35)}{(273 + 35) - (273 + 10)} = 12,3$$

Príkon tepelného čerpadla, počítaný podľa vzťahu (15):

$$P_{EL2} = \frac{P_{OUT}}{e - 1} = \frac{7,5}{12,3 - 1} = 0,66 \text{ kW}$$

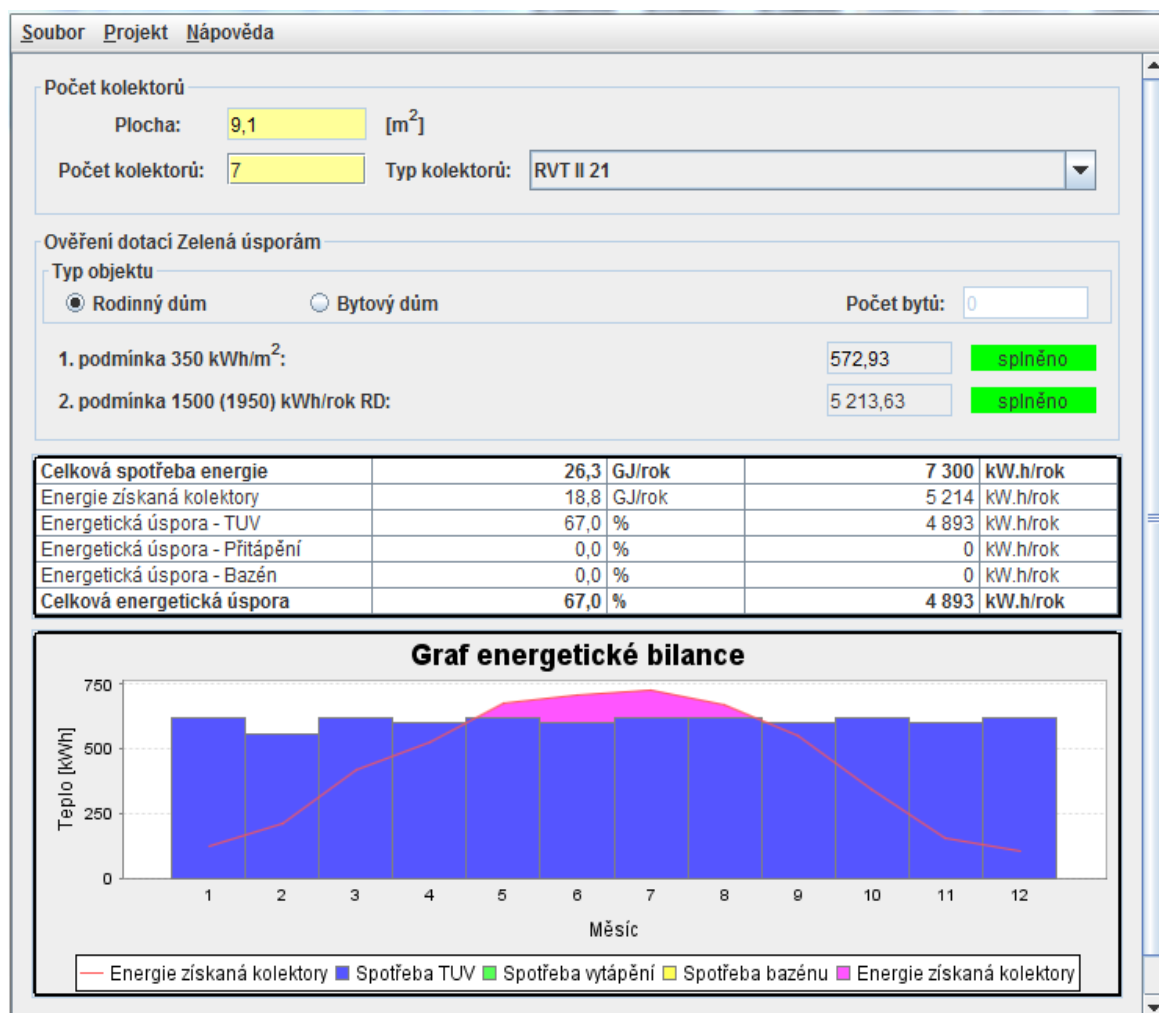
Energia spotrebovaná tepelným čerpadlom za rok, počítaný podľa vzťahu (16):

$$Q_{SPOT2} = t_A \cdot P_{EL2} = 2258,7 \cdot 0,66 = 1490,7 \text{ kWh}$$

4. NÁVRH ZDROJA ELEKTRICKEJ ENERGIE PRE POKRYTIE SPOTREBY RODINNÉHO DOMU

4.2. Návrh solárneho systému

Pre návrh solárneho systému som použil program SOLAR od firmy Reflex. Solárny systém je navrhnutý s ohľadom na spotrebovanú energiu elektrokotlom 7260 kWh za rok, čo predstavuje 20kWh denne. Podrobné zadávanie hodnôt do programu je z dokumentované v prílohe č.II.



Obr. 18: Hodnoty vypočítané programom SOLAR

Použitý program vypočítal priemernú vyrobenú energiu v jednotlivých mesiacoch, počet potrebných kolektorov a plochu, ktorú budem potrebovať na ich inštaláciu na strechu domu. Energia, ktorú som schopný zo solárneho systému získať je približne o 2000 kWh mešia ako energia, s ktorou program počítal. Solárny systém je poddimenzovaný, aby neprodukoval zbytočne veľa energie počas horúcich letných dní, táto energia by mohla zostať nevyužitá. Návrh solárneho systému je realizovaný pomocou solárnych kolektorov typu RVT II 21, sú to kvalitné trubicové vákuové kolektory. Ich podrobný popis je v prílohe č.III.

4. NÁVRH ZDROJA ELEKTRICKEJ ENERGIE PRE POKRYTIE SPOTREBY RODINNÉHO DOMU

4.3. Návrh fotovoltaiického systému:

Navrhnutý fotovoltaiický systém je zhotovený z 26 fotovoltaiických panelov typu SOLARTEC PG230P, každý o výkone 230 Wp. Celková sústava má výkon 6 kWp. Celkový výkon FV systému odpovedá rozlohe použiteľnej plochy pre inštaláciu panelov, ktorá predstavuje zhruba 50 m². Energiu vyrobenú FV systémom budem dodávať do siete, takže nie je potrebné navrhovať batériu na akumuláciu elektrickej energie. Informácie o použitom fotovoltaiickom paneli sú uvedené v prílohe č.IV.

Navrhnutý systém by mal teoreticky vyrobiť 6000 kWh za rok. Celková vyprodukovaná elektrická energia však závisí od geografického umiestnenia fotovoltaiického systému. Ovpływujú ju parametre, ktoré sa vzťahujú k danému miestu intenzita slnečného žiarenia a počet jasných dní. Aby som odhadol vyprodukovanú elektrickú energiu použijem aplikáciu na:

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps/pvest.php?lang=sk&map=europe&app=gridconnected>.

Táto aplikácia je schopná, na základe údajov uložených v databáze, urobiť odhad vyrobenej elektriny za rok a v jednotlivých mesiacoch. Obrázok 21 a tabuľka 13 uvádzajú odhadované množstvo elektrickej energie vyrobenej každý mesiac z FV systému na základe definovanej konfigurácie a náklonu a orientácie FV modulov. Zobrazuje tiež priemerné hodnoty dennej a ročnej výroby.

Najbližšie mesto: Ostrava, Česká republika

Nominálny výkon FV systému: 6.0 kW (technológia kryštalickeho kremika)

Sklon modulov: 45.0°

Orientácia (azimut) modulov: 0.0°

Odhadované straty vplyvom teploty: 6.2% (s použitím databázy teplôt)

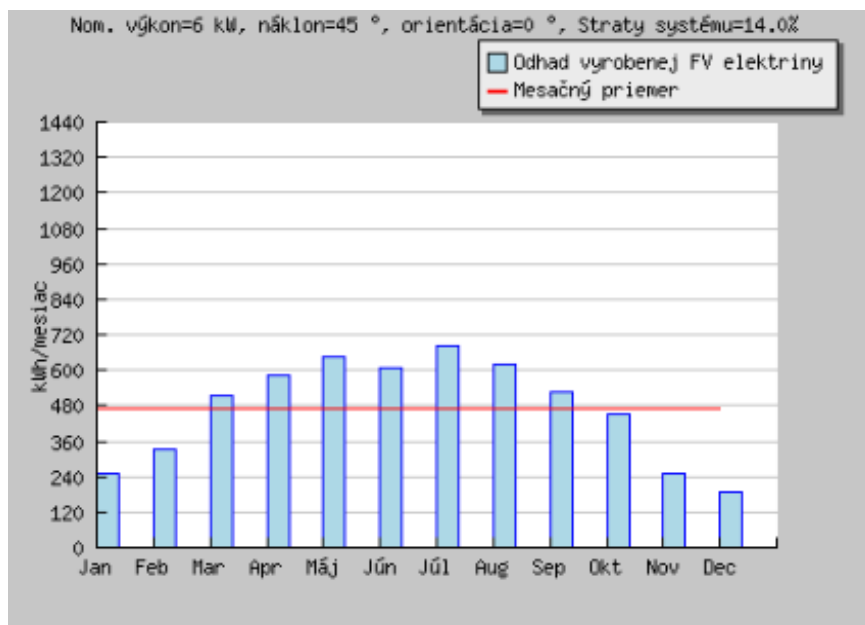
Odhadované straty vplyvom uhlovej odrazivosti: 2.8%

Iné straty (káble, menič, atď.): 14.0%

Celkové straty systému: 23.0%

Obr. 19: Vstupné hodnoty pre aplikáciu

4. NÁVRH ZDROJA ELEKTRICKEJ ENERGIE PRE POKRYTIE SPOTREBY RODINNÉHO DOMU



Obr. 20: Graf vyrobenej elektriny

Tab. 13: Vyprodukovaná elektrina fotovoltaiickým systémom

Elektrina vyrobená FV systémom v konfigurácii: Nominálny výkon=6.0 kW, Straty systému=14.0%		
náklon=45 °, orientácia=0 °		
Mesiac	Výroba za mesiac (kWh)	Výroba za deň (kWh)
Jan	249	8.0
Feb	335	12.0
Mar	514	16.6
Apr	582	19.4
Máj	642	20.7
Jún	609	20.3
Júl	682	22.0
Aug	621	20.0
Sep	523	17.4
Okt	452	14.6
Nov	252	8.4
Dec	185	6.0
Ročný priemer	471	15.5
Celková ročná výroba (kWh/rok)		5647

5. Prevádzkovanie domu v ostrovnom režime

V praxi existujú dva systémy. Prvý systém GRID-OFF, je nezávislý od rozvodnej siete, ktorý sa nazýva aj ostrovný systém. Druhý systém GRID-ON je závislý od rozvodnej siete a musí byť na ňu neustále pripojený. V mojom prípade by bol ostrovný režim možný na úkor vysokých investičných nákladov do obnoviteľných zdrojov energie, preto som sa rozhodol navrhnúť zdroj energie tak, aby množstvo elektrickej energie, ktoré budem musieť nakúpiť, bolo čo najmenšie. Dom, pre ktorý som dané zdroje navrhoval je plne elektrifikovaný, takže spotreba elektrickej energie je pomerne vysoká. Ostrovné systémy sú vhodné pre nízkoenergetické domy, kde sa spotreba elektrickej energie pohybuje v jednotkách kWh ročne, a aj tepelné straty týchto domov sú oveľa nižšie. V mojom prípade by sa spotreba elektrickej energie dala znížiť použitím plynového kotla pre vykurovanie a ohrev vody, ale chcel som dosiahnuť, aby bol daný objekt závislý iba od dodávky elektrickej energie.

Zvolením systému GRID-ON je objekt trvalo pripojený k distribučnej sieti, takže nemusím v dome navrhovať žiadny záložný systém v podobe elektrocentrály. Ostrovný systém pre svoje fungovanie potrebuje kapacitné akumulátory a ďalšie zariadenia, bez ktorých by jeho fungovanie nebolo možné. Nevyužijem teda podporu vo forme zeleného bonusu ale využijem výkupnú cenu. Výška zeleného bonusu je garantovaná na jeden rok, zatiaľ čo výška výkupnej ceny je garantovaná na 20 rokov s maximálnym poklesom 5%.

5.1. Výpočet ceny elektriny

Tab. 14: Výška výkupnej ceny a zeleného bonusu pre rok 2012

zdroj energie	výkupná cena elektriny za 1 MWh (kč)	zelený bonus za 1 MWh v (kč)
slnečné žiarenie	6 160	5 080
výroba elektriny využitím slnečného žiarenia pre zdroj s inštalovaným výkonom do 30 kW (vrátane) a uvedený do prevádzky od 1.1.2012 do 31.12.2012		

Fotovoltaický systém o výkone 6 kWp, inštalovaný na streche domu by mal vyprodukovať približne 5647 kWh za rok. Túto elektrickú energiu budem dodávať do distribučnej siete s využitím štátnej dotácie vo forme výkupnej ceny. To znamená že fotovoltaický systém za rok zarobí približne 34 785,52 Kč.

$$zisk = Q_{FV} \cdot 6,16 = 5647 \cdot 6,16 = 34785,52 \text{ Kč} \quad (18)$$

Q_{FV} – energia vyrobená fotovoltaickým systémom za rok

Keďže v rodinnom dome je inštalované aj tepelné čerpadlo, využijem dvojtarifový produkt pre vykurovanie tepelným čerpadlom kombinovateľný s distribučnými sadzbami s operatívnym riadením doby platnosti nízkeho tarifu po dobu 22 hodín, sadzbu D 56d.

5. PREVÁDZKOVANIE DOMU V OSTROVNOM REŽIME

Tab. 15: Cena pre nízky a vysoký tarif sadzby D 56d

	cena s DPH	cena bez dph
vysoký tarif 1 kWh	2,427 Kč	2,947 Kč
nízky tarif 1 kWh	2,144 Kč	2,607 Kč

V tabuľke 16 sú vypočítané celkové spotreby elektrickej energie pre vykurovanie pomocou veľkoplošných radiátorov a pomocou podlahového kúrenia. Ďalej tabuľka zobrazuje úsporu elektrickej energie podlahovým kúrením, ktorá je 995 kWh, ročne teda ušetríme 2596,69 Kč. Celkový ročný zisk je 13408,05 Kč pri vykurovaní pomocou radiátorov a 16004,74 Kč pri použití podlahového kúrenia.

Tab. 16: Celkové spotreby elektrickej energie

za rok	veľkoplošné radiátory	podlahové kúrenie
spotreba tepelného čerpadla (kWh)	2485,60	1490,70
spotreba elektrokotla (kWh)	7260,00	
spotreba domácich spotrebičov (kWh)	3659,00	
energia dodaná solárnymi kolektormi (kWh)	5214,00	
celková spotreba (kWh)	8190,60	7195,70
cena elektrickej energie pri sadzbe D 56d (kč)	21377,47	18780,78
úspora podlahovým kúrením (kWh)	994,90	
úspora podlahovým kúrením (kč)	2596,69	
zisk FV systémom (kč)	34785,52	
celkový ročný zisk po zaplattení elektriny (kč)	13408,05	16004,74

5. PREVÁDZKOVANIE DOMU V OSTROVNOM REŽIME

Výpočet ceny elektrickej energie pre elektrifikovaný dom bez využitia obnoviteľných zdrojov.

Tab. 17: Ceny elektriny bez použitia obnoviteľných zdrojov energi

Vykurovanie+TUV	24200 kWh
El. spotrebiče	3659 kWh
spolu	27 859 kWh
cena za 1 kWh (sadzba D02d)	4,63 Kč
Celková cena elektriny za rok	128 987,17 Kč

5.2. Úspora za rok

- veľkoplošnými radiátormi:

Tab. 18: Úspora podlahovým kúrením

úspora (veľkoplošné radiátory)	+bonus z FV (34 785,52)
128 987,17-21 377,47= 107 609,70 Kč	107 609,70+34 785,52= 142 395,22 Kč

- podlahovým kúrením:

Tab. 19: Úspora veľkoplošnými radiátormi

úspora (podlahové kúrenie)	+bonus z FV (34 785,52)
128 987,17-18 780,78= 110 206,39 Kč	110 206,39+34 785,52= 144 991,91 Kč

5.3. Zriaďovacie náklady inštalácie energetických zdrojov

Tab. 20: Zriaďovacia cena tepelného čerpadla

zriaďovacia cena tepelného čerpadla	
tepelné čerpadlo HOT JET (7,5Kw)	80 000 Kč
ostatné komponenty	150 000 Kč
hlbkový vrt 100m	120 000 Kč
celkom	350 000 Kč

Tab. 21: Zriaďovacia cena fotovoltaického systému

zriaďovacia cena fotovoltaického systému	
panel SOLARTEC PG230P	12 400 Kč
počet kusov panelov 26	322 400 Kč
striedač a montážny materiál	70 000 Kč
celkom	392 400 Kč

Tab. 22: Zriaďovacia cena solárneho systému

zriaďovacia cena solárneho systému	
kolektor RVT II 21	15 500 Kč
počet kusov kolektorov 7	108 500 Kč
montážny a inšalačný materiál	60 000 Kč
celkom	168 500 Kč

Cena celkovej inštalácie energetických zdrojov predstavuje 910 900 Kč.

Štát podporuje využívanie obnoviteľných zdrojov energie vo forme rôznych dotácií. Fotovoltaické elektrárne sú podporované formou zelených bonusov a výkupných cien. Pri stavbe tepelného čerpadla je možné od štátu získať dotáciu až 75 000 Kč, ak sa jedná o tepelné čerpadlo typu zem-voda je výška dotácie o 50% vyššia ako pre čerpadlo vzduch-voda z dôvodu vyššieho vykurovacieho faktoru. V prípade, že využívam tepelné čerpadlo v kombinácii so solárnymi kolektormi môžem dostať dotáciu až 175 000 Kč.

5.4. Výpočet návratnosti investície:

Návratnosť inštalácie energetických zdrojov bez využitia štátnej dotácie:

Návratnosť investície:

- Podlahové kúrenie:

$$910900 \div 144991,91 = 75,4 \text{ mesiac.}$$

- Veľkoplošné radiátory:

$$910900 \div 142395,22 = 76,4 \text{ mesiac.}$$

Návratnosť inštalácie energetických zdrojov s využitím štátnej dotácie:

$$910900 \div 175000 = 735900kč$$

Návratnosť investície:

- Podlahové kúrenie:

$$735900 \div 144991,91 = 61mesiac.$$

- Veľkoplošné radiátory:

$$735900 \div 142395,22 = 62mesiac$$

6. Záver

Bakalárska práca sa zaoberá problematikou využívania obnoviteľných zdrojov energie v domácnosti za účelom zníženia energetickej bilancie. Prvá časť bakalárskej práce - Obnoviteľné zdroje malých výkonov, obsahuje popis jednotlivých obnoviteľných zdrojov energie, objasňuje ich princíp fungovania a uvádza výhody a nevýhody jednotlivých zdrojov. Jednotlivé energetické zdroje sú navrhované pre konkrétny rodinný dom, ktorý je situovaný v Ostrave a žije v ňom 4-členná rodina.

V ďalšej časti práce - Energetická bilancia rodinného domu, sa venujeme problematike spotreby energie pre pokrytie potrieb domácnosti. Výpočet spotreby energie sa realizoval pre štvorčlennú rodinu žijúcu v rodinnom dome. Odhad tepelných strát pre daný objekt činí 10,2 kW. Rodinný dom je elektrifikovaný, takže je závislý iba od dodávky elektrickej energie, čo má za následok jej pomerne veľkú spotrebu. Celková spotreba elektrickej energie pre danú domácnosť predstavuje 27 859 kWh za rok.

Navrhovať energetické zdroje pre dosiahnutie ostrovného režimu by v tomto prípade bolo veľmi neekonomické a z pohľadu na potrebnú plochu inštalácie, nereálne riešenie. Ostrovné systémy sú vhodné pre nízko energetické domy, kde je spotreba energie častokrát až o polovicu menšia ako u klasických domov. Energetické zdroje sa preto navrhovali pre pokrytie spotreby energie pre vykurovanie a ohrev vody. Vykurovanie objektu je realizované dvoma spôsobmi: pomocou veľkoplošných radiátorov alebo podlahového kúrenia. Tepléné čerpadlo ako hlavný zdroj tepelnej energie sa navrhol pre pokrytie 70% celkovej spotreby energie pre vykurovanie a ohrev vody, ktorá predstavuje 24 200 kWh ročne. Pre zabezpečenie zvyšných 30% energie slúži elektrokotol o výkone 3,5 kW. Solárne kolektory na streche domu slúžia ako pomocný zdroj tepla, ktorý má za úlohu nahrádzať funkciu elektrokotla za priaznivých slnečných dní. Kapacita strechy umožňuje aj inštaláciu fotovoltického systému o výkone 6 kWp, ktorý je podporovaný štátnou dotáciou vo forme výkupnej ceny. Z dôvodu vysokých investičných nákladov a malej štátnej dotácie, ktorá predstavuje sumu 2,23 Kč za 1 kWh som veternú elektrárňu nenavrhol.

V poslednej časti - Prevádzkovanie v ostrovnom režime, je uvedená celková energetická bilancia po zohľadnení dodanej energie obnoviteľnými zdrojmi. Daný návrh je schopný ušetriť 107 609,70 Kč pri vykurovaní radiátormi a 110 206,39 Kč pri vykurovaní podlahovým kúrením. Úspora podlahovým kúrením predstavuje 2 596,69 Kč za rok. Táto pomerne malá úspora je spôsobená tým, že v druhom návrhu sú použité veľkoplošné radiátory, ktoré majú menší tepelný spád ako klasické radiátory. Pri výpočte doby návratnosti je nutné k úsporám pripočítať aj zisk z fotovoltickej elektrárne. Doba návratnosti investície bez využitia štátnej dotácie je 76 mesiacov pre podlahové kúrenie a 75 pre veľkoplošné radiátory. Po využití štátnej dotácie je návratnosť približne o 14 mesiacov kratšia. Návratnosť investície je pomerne rýchla, je to spôsobené tým, že cena spotrebovanej elektriny v domácnosti predstavuje 128 987,17 Kč ročne.

Použitá literatúra:

- [1] NAZELENO. Domáci solárni elektrárna [online].[cit. 2011-10-14]. Dostupné z:
<<http://www.nazeleno.cz/energie/fotovoltaika/domaci-solarni-elektrarna-kolik-stoji-vyplati-se.aspx>>
- [2] SPSLEVICE. Solárne fotovoltaičné systémy[online].[cit. 2011-11-16]. Dostupné z:
<<http://www.spslevice.sk/soc-uceb-siz2007/Elektronicka%20ucebnica%20SIZ/Mato/Solarne%20elektrarne.html>>
- [3] OSTROVNIDUM. Solárni elektrárna ostrovního domu [online].[cit. 2011-11-17].
Dostupné z: < http://www.ostrovnidum.cz/index.php?s=texty&o=fve_ostrovní_system>
- [4] OSTROVNIDUM. Solárni elektrárna ostrovního domu [online].[cit. 2011-11-17].
Dostupné z: < http://www.ostrovnidum.cz/index.php?s=texty&o=fve_ostrovní_system>
- [5] PVSOLARSYS. Fotovoltaičný princíp [online].[cit. 2011-11-20]. Dostupné z:
<<http://www.pvsolarsys.sk/fotovoltaika>>
- [6] prof. Ing. KAREL SOKANSÝ, CSc., doc. Ing. MIŠÁK STANISLAV, Ph.D., Ing. JAROSLAV ŠNOBL, Ing. TOMÁŠ NOVÁK, Ph.D. *Studie využitelnosti fotovoltaičných článků (elektráren) z hlediska účinnosti výroby elektrické energie*. 37 s.
- [7] WATTSUN. Úspora energie - fotovoltaičné panely[online].[cit. 2011-11-20]. Dostupné z:
<<http://www.wattsun.cz/fotovoltaicke-panely.php>>
- [8] NAZELENO. Vybíráme solárni kolektory pro ohřev [online].[cit. 2011-12-20]. Dostupné z:
<<http://www.nazeleno.cz/energie/solarni-energie/vybirame-solarni-kolektory-pro-ohrev-vody-a-pritapeni.aspx>>
- [9] HELIOSTAR. Sluneční kolektory [online].[cit. 2011-12-20]. Dostupné z:
<<http://www.heliostar.cz/slunecni-kolektory.php>>
- [10] DZD. Solárni komplety [online].[cit. 2011-12-20]. Dostupné z:
<<http://www.dzd.cz/cs/solarni-komplety/>>
- [11] AGENIA. Tepelná trubice - Heat Pipe [online].[cit. 2011-11-27]. Dostupné z:
<<http://www.agenia.cz/trubice.html>>
- [12] SOLARENERGY. Solárne systémy-návrh [online].[cit. 2011-11-27]. Dostupné z:
<<http://www.solarenergy.sk/sk/stranka/solarne-systemy/navrh-solarneho-systemu/co-oplyvnuje-vykon>>
- [13] SPSLEVICE. Veterná elektrárna [online].[cit. 2011-11-29]. Dostupné z:
<<http://www.spslevice.sk/socucebsiz2007/Elektronicka%20ucebnica%20SIZ/Mato/Veterna%20elektraren.html>>

- [14] MATTI. autonómne systémy [online].[cit. 2011-11-10]. Dostupné z:
<http://www.matti.sk/eportal/index.php?option=com_content&view=article&id=43&Itemid=117>
- [15] NAZELENO. Malá větrná elektrárna v praxi [online].[cit. 2011-12-15]. Dostupné z:
<<http://www.nazeleno.cz/energie/vetrna-energie/mala-vetrna-elektrarna-v-praxi-kolik-vydela.aspx>>
- [16] IEXTON. Tepelná čerpadlá [online].[cit. 2011-12-25]. Dostupné z:
<<http://www.iexton.cz/katalog.php?kat=22-tepelnna-cerpadla-fungovani-typy>>
- [17] DUMPROSTASTNYZIVOT. Energetická spotřeba domu [online].[cit. 2012-01-20].
Dostupné z: < <http://www.dumprostastnyzivot.cz/energeticka-spotreba-domu.php>>
- [18] HESTIA.ENERGETIKA. Balance a výpočty [online].[cit. 2012-01-20].Dostupné z:
<<http://hestia.energetika.cz/encyklopedie/12.htm>>
- [19] VYTAPENI. Odhad tepelných ztrát [online].[cit. 2012-01-29].Dostupné z:
<<http://www.vytapeni.cz/kalkulacky/tepelne-ztraty>>
- [20] VYTAPENI.TZD-INFO.Potreba tepla pre vytapeni a ohrev vody [online].[cit.2012-01-29].Dostupné z:
<<http://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-potreba-tepla-pro-vytapeni-a-ohrev-teple-vody>>
- [21] ŽERAVÍK, Antonín. *Stavíme tepelné čerpadlo*. Vydané vlastným nákladem , 2003. 312 .s
- [22] BYDLENÍ. Spotřeba elektrické energie pre 4-člennú rodinu [online].[cit. 2012-02-25].Dostupné z:
http://bydleni.idnes.cz/usporne-spotrebice-nam-usetri-nemale-penize-fm7-/kuchyne.aspx?c=A070828_173620_dum_stavime_web

Zoznam príloh:

I Príloha

Vstupné hodnoty pre výpočet tepelných strát:

Údaje závislé na lokalite:

Vaše lokalita:

klimatické údaje dle ČSN 38 3350

Venkovní výpočtová teplota: °C

Střední venkovní teplota topného období: °C

Počet dnů topného období:

Ostatní údaje:

Poloha objektu:

chráněná poloha objektu v krajině ☒
budovy uvnitř zástavby nepřevyšující okolí, nízké domy v zalesněné krajině atp.

nechráněná poloha objektu v krajině ☐
budovy značně převyšující okolí, budovy na okrajích měst atp.

velmi nepříznivá poloha objektu v krajině ☐
budovy značně převyšující okolí v řídké zástavbě, v nezalesněné krajině atp.

Prosklení objektu:

nízké prosklení objektu ☐
méně než 20% fasády

standardní prosklení objektu ☒
20 - 40% fasády

nadměrné prosklení objektu ☐
více než 40% objektu

Průměrná vnitřní výpočtová teplota: °C




Celková vytápěná plocha objektu: m²
Vytápěná podlahová plocha je plocha přímo, či nepřímo vytápěných místností, kde má být dodržována teplota v zimním období.

Průměrná konstrukční výška: m
Konstrukční výškou se rozumí světlá výška + tloušťka stropu

	Tepelná ztráta objektu:	Roční potřeba tepla na vytápění:	
Pasivní dům:	1.0 kW	1500 kWh/rok	(5.4 GJ/rok)
Nízkoenergetický dům:	3.0 kW	3500 kWh/rok	(12.6 GJ/rok)
Dům, jehož tepelné vlastnosti splňují současné požadavky:	8.7 kW	17010 kWh/rok	(61.2 GJ/rok)
Dům, jehož tepelné vlastnosti odpovídají letem 1993 - 2003:	10.2 kW	20012 kWh/rok	(72.0 GJ/rok)
Dům, jehož tepelné vlastnosti odpovídají letem před r. 1993:	12.2 kW	23877 kWh/rok	(86.0 GJ/rok)

II Príloha

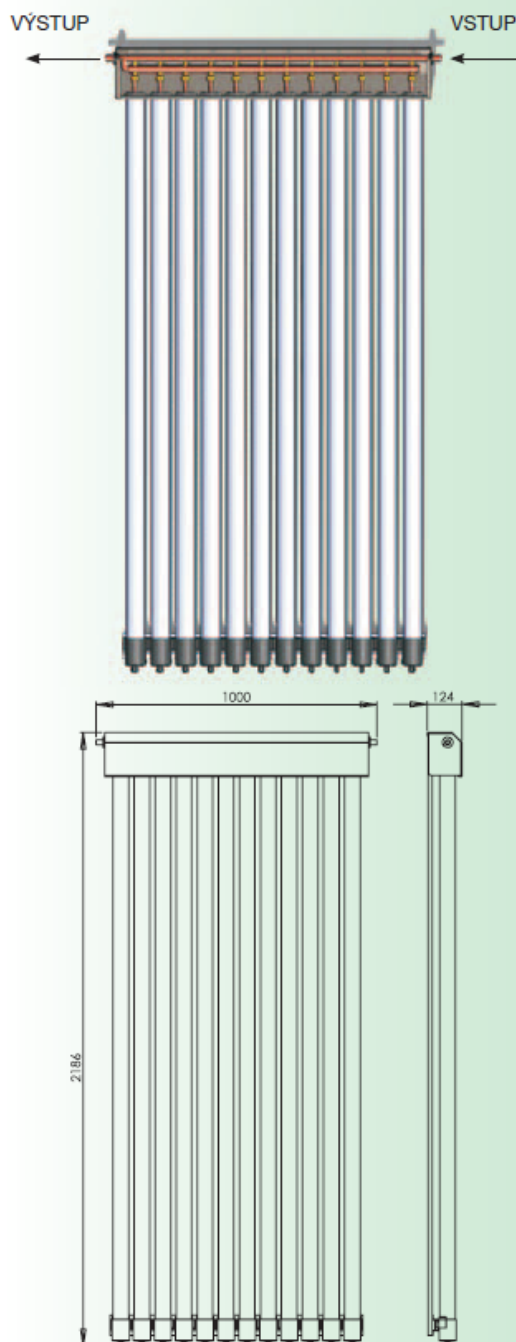
Vstupné hodnoty pre program SOLAR:

Základní údaje	Teplá voda	Bazén	Podpora vytápění
Lokalita Kraj: <input type="text" value="Moravskoslezský kr..."/> Okres: <input type="text" value="Ostrava"/>			
Orientace kolektorového pole Hodnota ve stupních: <input type="text" value="0"/> Předvolby: <input type="text" value="Zvolte"/> 			
Sklon kolektorů Hodnota ve stupních: <input type="text" value="45"/> Předvolby: <input type="text" value="Zvolte"/> 			
Typ kolektoru Zvolte: <input type="text" value="RVT II 21"/> <input type="button" value="Info"/>			
Spotřebiče Ohřev teplé vody <input checked="" type="checkbox"/> Bazén <input type="checkbox"/> Podpora vytápění <input type="checkbox"/>			
Základní údaje	Teplá voda	Bazén	Podpora vytápění
Spotřeba teplé vody Počet lidí: <input type="text" value="4"/> 			
Teplota vody Studená voda: <input type="text" value="10"/> °C Teplá voda: <input type="text" value="55"/> °C			
Denní spotřeba tepla pro ohřev vody Vypočtená hodnota: <input type="text" value="20"/> [kWh/den]			
Střední teplota absorberu Teplota: <input type="text" value="40"/> °C			

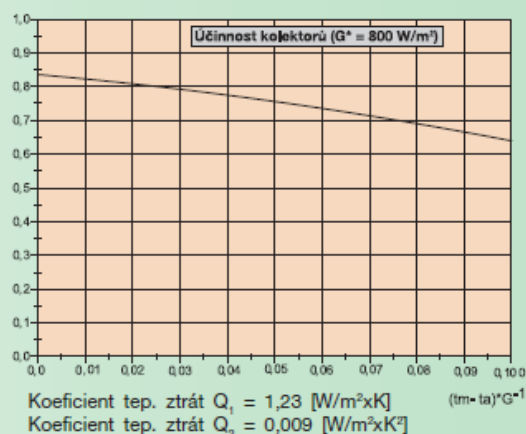
III Príloha

Technické parametre solárneho kolektoru:

Kolektor RVT II



Typ:	Reflex RVT II 21
Použití:	- ohřev teplé vody - podpora vytápění - ohřev bazénu - technologie
Rozměry	
Výška	2186 mm
Šířka	1000 mm
Hloubka	124 mm
Hmotnost	30 kg
Plocha:	
Celková	2,19 m ²
Apertura	1,30 m ²
Absorbční netto	1,12 m ²
Izolace:	
Sběrač/minerální vata	35 mm
Průměr vakuové trubice	56 mm
Tloušťka skla	1,8 mm
Podtlak	10 ⁻⁴ mbar
Nosná konstrukce	Hliník
Absorbér	Měď
Tloušťka	0,2 mm
Povrch	vysoce selektivní (TiNOx)
Absorbce	0,95
Emise	0,05
Objem	1,5 l
Teplonosná látka	pro trubicové kolektory
Trubky vnitřní	12 x ø22 x 0,5 mm
Trubky sběrače	1 x ø18 x 1,0 mm 1 x ø22 x 1,0 mm
Další údaje:	
Stagnační teplota	300 °C
Max. provozní tlak	10 bar
Doporučený průtok	94 l/hod
Optická účinnost η_0	83,6 %
Počet připojení	2
Možnosti montáže	Šikmá střecha Šikmá střecha s malým sklonem Rovná střecha Volná montáž
Norma	EN 12975-2:2007



IV Príloha

Technické parametre fotovoltaického panelu:

SOLARTEC PG230P

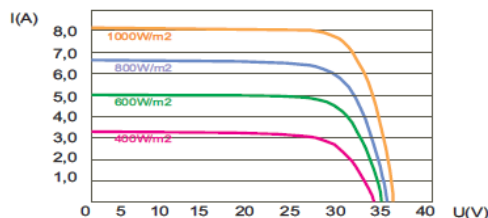
fotovoltaický panel s polykrystalickými články

**Garance výkonu a mechaniky**

výkon - **12 let** max. pokles na 90% a **25 let** max. pokles na 80%
 rám a laminát - 10 let

Certifikáty

IEC 61215, IEC 61730, CE, UL1703, požární odolnost min. třída C

Volt ampérová charakteristika**Tabulka k charakteristice**

Osvit	1000 W/m ²	800 W/m ²	600 W/m ²	400 W/m ²
I _{sc}	100%	-19,60%	-39,50%	-59,20%
V _{oc}	100%	-1,38%	-3,05%	-5,50%

Mechanické vlastnosti

Délka	1639 mm
Šířka	982 mm
Tloušťka	42 mm
Hmotnost	21 kg
Počet solárních článků	60 ks
Účinnost solárních článků	16,25%
Účinnost fv panelu	14,40%

Charakteristika

Solární články	multikrystalické 156x156 mm
Bypass diody	3 ks
Kontakty	pájení po celé délce busbaru
Laminát	sklo / EVA / tedlar
Sklo	vysocepropustné, temperované sklo 4 mm
Zadní strana	tedlar
Rám	eloxovaný hliník
Kabely, délka 100 cm	2x 4mm s konektory TYCO
Propojovací box	IP65

Elektrické parametry (při STC 1000W/m, 25 °C, AM 1,5)

Výkon (P _{max})	230 Wp ±3%
Maximální napětí (V _{max})	29,70 V
Maximální proud (I _{max})	7,75 A
Napětí naprázdno (V _{oc})	36,90 V
Proud nakrátko (I _{sc})	8,35 A
Maximální systémové napětí	1000 V

Teplotní koeficienty

NOCT	47°C, +2 °C
TC I _m	0,05 % / °C
TC V _m	- 0,35 % / °C
TC P _m	- 0,45 % / °C
FF	- 0,157 % / °C